

S.S. 38 - LOTTO 4: VARIANTE DI TIRANO DALLO SVINCOLO DI STAZZONA (COMPRESO) ALLO SVINCOLO DI LOVERO (CON COLLEGAMENTO ALLA DOGANA DI POSCHIAVO)

**S.S. 38 - LOTTO 4: NODO DI TIRANO -
TRATTA "A" (SVINCOLO DI BIANZONE - SVINCOLO LA GANDA)
E TRATTA "B" (SVINCOLO LA GANDA - CAMPONE IN TIRANO)**

PROGETTO ESECUTIVO

 Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	 Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 Società di Ingegneria & Architettura Ambientale Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	 Società designata: GA&M Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	 Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	 Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari Ing. Giocchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giancarlo LUONGO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Valerio BAJETTI

GEOLOGO



Dott. Geol. Francesco AMANTIA SCUDERI

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Gaetano RANIERI

AA03

A - ELABORATI GENERALI

AA - ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DI RAFFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO E
PROGETTO ESECUTIVO

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

MI324 **E** **1801**

NOME FILE

AA03-T00EG00GENRE03_A.dwg

REVISIONE

A

SCALA:

CODICE ELAB. **T00EG00GENRE03**

C					
B					
A	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	GENNAIO 2020	ING. GIUSEPPE CRISA	ING. FABRIZIO BAJETTI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	PROGETTO STRADALE	2
2.1	Rotatoria Villa di Tirano.....	2
2.2	Ramo dell'asse principale tra la rotatoria Villa Tirano e la rotatoria Stazzona	2
2.3	Rotatoria di Stazzona.....	2
2.4	Ramo dell'asse principale tra la rotatoria di Stazzona e la rotatoria di Tirano.....	4
2.5	Rotatoria di Tirano	4
2.6	Ramo dell'asse principale tra la rotatoria di Tirano e la rotatoria di Campone	4
2.7	Rotatoria di Campone e ramo di raccordo con la sede attuale della SS.38.....	5
2.8	Fascia sormontabile rotatorie.....	5
3	PROGETTO STRUTTURALE	6
3.1	Viadotti Stazzona e Tirano	6
3.2	Galleria artificiale Il Dosso	8
3.3	galleria Naturale lato sondrio – interferenza con la galleria idraulica in gestione A2A	10
3.4	Galleria naturale Il Dosso.....	11
3.5	Opere minori – Attraversamenti idraulici	13
4	PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA.....	17
5	AMBIENTE.....	17

1 PREMESSA

La presente relazione contiene l'attestazione della rispondenza del progetto esecutivo al progetto definitivo e alle prescrizioni ed osservazioni dettate in sede di approvazione del CIPE che nella seduta del 21/03/2018 ha approvato il progetto definitivo con Delibera n. 29, pubblicata su Gazzetta Ufficiale serie generale n.237 del 11/10/2018.

Nella seguito si darà evidenza in particolare agli tematiche che maggiormente hanno avuto degli affinamenti a seguito delle prescrizioni ed osservazioni della Delibera CIPE.

Per tutte le specifiche prescrizioni ed osservazioni della Delibera CIPE si rimanda agli elaborati del progetto esecutivo ed in particolare all'elaborato T00EG00GENRE04 - "Relazione di ottemperanza alle prescrizioni CIPE".

2 PROGETTO STRADALE

Le modifiche al progetto definitivo stradale illustrate nei paragrafi che seguono riguardano sostanzialmente l'adattamento a quanto richiesto dalla delibera CIPE del 21/03/2018 di approvazione del progetto; esse sono descritte nei paragrafi che seguono, seguendo l'ordine delle progressive e si riferiscono sia all'asse principale che alla viabilità secondaria.

2.1 ROTATORIA VILLA DI TIRANO

La corona giratoria è stata progettata con una corsia di 6 m anziché 7 m rendendola rispondente ai dettami del DM 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

È stata prevista un'isola centrale completamente sormontabile per garantire l'eventuale attraversamento da parte di veicoli per trasporti eccezionali, così come richiesto da A2A all'interno della Conferenza dei Servizi.

Sono state apportate alcune correzioni agli assi di tracciamento dei rami in ingresso per migliorare gli angoli di deflessione delle traiettorie di attraversamento della rotatoria.

Simili soluzioni sono state adottate per tutte le altre rotatorie poste sull'asse principale. In particolare per tutte è stata prevista la realizzazione dell'isola centrale transitabile.

2.2 RAMO DELL'ASSE PRINCIPALE TRA LA ROTATORIA VILLA TIRANO E LA ROTATORIA STAZZONA

È stato adeguato il raccordo verticale in corrispondenza del ponte sull'Adda abbassandolo di circa 60 cm per assicurare la distanza di visibilità per l'arresto secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Parimenti è stato eseguito un allargamento planimetrico in curva (sull'opera d'arte) di 1,20 m per garantire la presenza di un'adeguata distanza di visibilità per l'arresto.

La ricucitura, indicata nel progetto definitivo come "Ricucitura viabilità arginale Fiume Adda" non è stata più realizzata in quanto, avendo arretrato la pila del ponte in località Stazzona, la stessa viabilità arginale non risulta più interferita.

2.3 ROTATORIA DI STAZZONA

Diversamente dal progetto definitivo, nel progetto esecutivo è stata prevista la chiusura degli accessi della viabilità arginale (costituita a sinistra dal ramo terminale di via Svandana e a destra dal ramo iniziale della SP 24) sul ramo D perché risultavano interferenti con le corsie di ingresso in rotatoria, oltre ad avere un profilo altimetrico eccessivamente pendente. In destra del ramo (sulla SP 24), la chiusura si è concretizzata provvedendo a demolire la pavimentazione e a

rinaturalizzare il tratto finale della viabilità arginale. In corrispondenza di tale interruzione è stato creato un back track sulla viabilità arginale.

A sinistra (su via Svandana) è stato mantenuto l'accesso, inserendo però una sbarra a sollevamento manuale per garantire l'uso della viabilità arginale per operare la manutenzione degli argini e delle pile del ponte.

Per ripristinare la funzionalità di rete della viabilità arginale interrotta sono stati previsti due nuovi rami stradali:

- a destra (est) è stata prevista una nuova viabilità alla base del rilevato (cfr. l'asse di progetto denominato: Ricucitura via Svandana – via San Bernardo) che, traendo origine in corrispondenza del ramo B della rotatoria, serve a ricucire le viabilità interrotte ed a dare continuità alla viabilità arginale attraverso il collegamento con via San Bernardo e la realizzazione del sottopasso di via San Bernardo.

La geometrizzazione del tracciato di tale ramo stradale è stata condizionata dalla esigenza di non interessare con gli espropri nuove particelle catastali rispetto a quelle previste dal progetto definitivo e, ove ciò non fosse attuabile, danneggiare il minimo possibile le proprietà espropriate; ciò anche in virtù di quanto prescritto dal CIPE al punto 1.2.1.8 in merito agli aspetti stradali, che riporta *"Si individuino e perseguano miglioramenti progettuali atti a ridurre la frammentazione del territorio agricolo nel tratto di circa 1 km a monte della località San Bernardo, rispetto al rapporto tra la nuova viabilità e la riqualificazione dell'esistente"*. Inoltre, trattandosi di un considerevole ampliamento di una strada esistente che sarà percorsa da una utenza di traffico diversa da quella attuale, tutto il tracciato è stato dotato di segnaletica integrativa per aumentarne la visibilità e minimizzare il rischio per gli utenti.

La viabilità in questione ripercorrerà, quindi, per gran parte del tracciato una viabilità vicinale esistente garantendo, per quanto possibile, il rispetto dei dettami del DM 05/11/2001.

Al fine di migliorare la funzionalità e la sicurezza delle intersezioni, al termine del nuovo asse viario, in corrispondenza dell'allaccio con la ricucitura via San Bernardo è stata inserita una mini-rotatoria. Parimenti, in corrispondenza della intersezione tra la ricucitura di via San Bernardo e la SP 24 (cfr. gli assi di progetto denominati: Ricucitura via San Bernardo – via Adda (SP24), parte I e parte II), è stata anche prevista una mini-rotatoria. Quest'ultima è prossima al sottovia della ricucitura via San Bernardo che è stato reso ortogonale all'asse principale garantendo adeguati raggi di curvatura e le distanze di visibilità.

- A sinistra (ovest) della rotatoria di Stazzona è stata realizzata una variante di via Svandana (denominata in progetto "ricucitura via Svandana") che serve ad evitare l'attraversamento in sottopasso dell'asta principale (come richiesto dall'Ente A2A che esercisce la vicina centrale idroelettrica di Stazzona) riportando il termine di via Svandana sul ramo B della rotatoria, in corrispondenza dell'innesto della viabilità di cui al punto precedente. In questo modo si è ricreata la continuità della viabilità arginale altrimenti interrotta. Il progetto di tale deviazione è stato condizionato dalla necessità di garantire il passaggio di mezzi eccezionali diretti verso la vicina centrale idroelettrica, per cui le livellette e raggi di curvatura planimetrici sono stati proporzionati, oltre che garantire idonee distanze di visibilità per l'arresto, anche per garantire il transito di tali mezzi. A latere, è stata anche progettata una nuova viabilità per consentire il collegamento della viabilità arginale interrotta a sinistra del ramo D con il nuovo tratto di Via Svandana.

2.4 RAMO DELL'ASSE PRINCIPALE TRA LA ROTATORIA DI STAZZONA E LA ROTATORIA DI TIRANO

Il tracciato planimetrico non è stato modificato rispetto al progetto definitivo.

Dal punto di vista altimetrico l'unica modifica apportata rispetto al progetto definitivo riguarda l'innalzamento della pendenza della livelletta al km 2+364,82 che presentava una pendenza inferiore allo 0,3%. Ciò al fine di ottimizzare il drenaggio delle acque di piattaforma.

2.5 ROTATORIA DI TIRANO

Nel progetto definitivo i due rami dell'asse principale che entrano in rotatoria risultano costituire un'unica curva di raggio 800 m. Per migliorare l'ingresso in rotatoria di tali due rami ed ottimizzare il tracciato rispetto ai dettami normativi, nel progetto esecutivo la curva è stata spezzata inserendo clotoidi. Ciò ha comportato una lieve deviazione dell'asse stradale, contenuta naturalmente nell'ambito delle particelle di esproprio. Conformemente alle previsioni del progetto definitivo, le viabilità arginali in corrispondenza del ponte sull'Adda sono state deviate; sono state però operate delle locali ottimizzazioni degli assi al fine di migliorare la sicurezza di marcia dei veicoli, nel rispetto del DM 05/11/2001.

È stata introdotta una nuova viabilità di ricucitura, denominata "ricucitura via della Tunda", necessaria per garantire l'ingresso alla zona industriale di Tirano dal lato sud (in corrispondenza del fiume Adda). Ciò perché il rilevato stradale necessario a creare il collegamento altimetrico tra l'attuale viabilità di accesso alla zona industriale (via della Tunda) ed il ponte sull'Adda che collega tale strada alla nuova circonvallazione, occupa interamente il sedime stradale. L'accesso sud alla zona industriale, che avviene dalla viabilità arginale della sponda destra dell'Adda, risulterebbe quindi interdetto. Tale problematica è stata risolta con l'introduzione della sopracitata nuova viabilità di ricucitura, ricavata nello spazio tra la vecchia sede di via della Tunda ed i fabbricati ad essa prospicienti, attraverso la realizzazione di un muro di sostegno a tutt'altezza.

2.6 RAMO DELL'ASSE PRINCIPALE TRA LA ROTATORIA DI TIRANO E LA ROTATORIA DI CAMPONE

Dal punto di vista planimetrico in tale tratto è stata modificato il raggio di curvatura che caratterizza il tratto in galleria naturale. Esso è stato portato dai 1100 m previsti nel progetto definitivo a 900 m. Ciò ha consentito di verificare i dettami del DM 05/11/2001 in merito al raggio di due curve consecutive connesse da una clotoide di continuità (fig. 5.2.2a della citata Norma), atteso che il raggio della curva successiva è di 340 m. Anche il parametro della clotoide di continuità tra le due curve è stato variato per renderlo rispondente i dettami normativi. La riduzione del raggio da 1100 m a 900 m ha comportato la necessità di introdurre un allargamento di 33 cm per la visibilità sul lato sinistro della galleria. Esso è stato ottenuto senza modificare le dimensioni della galleria, diminuendo lo spessore del riempimento a tergo del profilo redirettivo, nel rispetto delle sagome previste dalla figura 4.1.2.d della norma allegata al DM. 5/11/2001.

Dal punto di vista altimetrico, le uniche modifiche hanno riguardato:

- 1) la livelletta compresa tra il km 3+256,378 ed il km 3+645,36 la cui pendenza è stata portata dallo 0,18% al 0,3% per garantire il corretto deflusso delle acque di piattaforma;
- 2) il raggio del raccordo altimetrico presente in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale è stato modificato dal valore di 7500 m a 8100 m, consentendo così la visuale libera almeno pari a quella minima per l'arresto alla velocità di progetto in quel punto;
- 3) la livelletta finale che precede l'innesto nella rotatoria di Campone del tratto in parola è stata portata dal 4,81% al 4,4% consentendo comunque il sollevamento della quota d'imposta della rotatoria (di cui si dirà al punto successivo) e la conseguente diminuzione della pendenza della livelletta del successivo tratto dell'asta principale.

Vi sono poi altre modifiche plano-altimetriche di dettaglio atte a ottimizzare il tracciato rispetto ai criteri di sicurezza e funzionalità dettati dal DM 05/11/2001.

2.7 ROTATORIA DI CAMPONE E RAMO DI RACCORDO CON LA SEDE ATTUALE DELLA SS.38

I rami che confluiscono in rotatoria hanno, da progetto definitivo, discese del 10 % (quello del ramo C della rotatoria, proveniente dal tratto urbano della SS38) e del 6,9% (quello che si pone in continuità con la sede extraurbana della SS38). Tale configurazione presenta potenziali criticità nei riguardi dei veicoli pesanti in approccio alla rotatoria. Per ridurre tali criticità è stato quindi necessario spostare di 1 m la rotatoria e sollevare di circa 1 m la sua quota d'imposta che da 499,00 m è passata a 500,38 m, il ché, come detto, ha comportato la modifica della livelletta del tratto precedente dal 4,81 % al 4,4%. Ciò ha però consentito di abbattere di circa l'1% la pendenza sul tratto finale dell'asse principale che da 6,9% passa al 5,86%, rendendo più agevole l'ingresso in rotatoria dei mezzi pesanti provenienti in discesa dalla SS.38. Il raccordo verticale alla progressiva km 6+456,293 è stato ampliato, passando da 250 m a 555 m onde migliorare il raccordo con la rotatoria.

È stato anche possibile creare un breve tratto di viabilità di servizio (non prevista nel progetto definitivo, chiamata in progetto esecutivo "Collegamento proprietà privata") con la quale sono stati raggruppati alcuni accessi presenti in curva sul lato destro del ramo di raccordo con la vecchia sede della SS.38.

Per quanto concerne il ramo C della rotatoria (che costituisce il ramo di raccordo con il tratto urbano della SS.38), la pendenza del 10% (come prevista nel progetto definitivo) non è stata incrementata a fronte del sollevamento della rotatoria di Campone. Ciò è stato ottenuto spostando leggermente il centro della rotatoria e modificando il punto di attacco della variante sulla vecchia sede della SS.38.

In tale tratto stradale è stato necessario introdurre un nuovo incrocio a raso atto a ripristinare l'intersezione di recente realizzazione (successiva alla redazione del PD) tra la SS.38 e la viabilità che conduce al nuovo eliporto. Si tratta di un'intersezione a "T" con canalizzazioni il cui progetto è stato improntato nel pieno rispetto dei dettami del DM 19/04/2006. È stato peraltro necessario riprofilare anche altimetricamente l'intero ultimo tratto della strada che conduce all'eliporto per consentire l'innesto sul Ramo C. In particolare, la livelletta finale di tale tronco si presenta come un "tetto" con pendenza del 0,5% in corrispondenza dell'incrocio in modo da garantire la sussistenza di adeguate visuali libere.

La presenza della nuova intersezione e la modifica della livelletta della viabilità di ricucitura con l'eliporto hanno comportato la progettazione di un nuovo sistema di viabilità di servizio per dare accessibilità alle proprietà altrimenti intercluse.

Infine, lungo tutto il ramo C, sono state previste nuove recinzioni e razionalizzati gli accessi.

2.8 FASCIA SORMONTABILE ROTATORIE

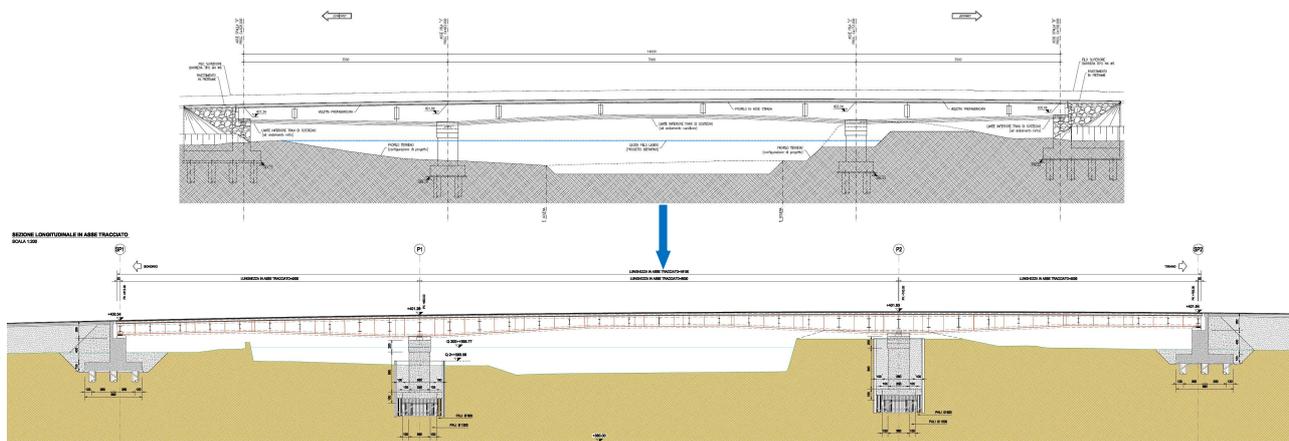
Per tutte le rotatorie di progetto è stata prevista la totale sormontabilità dell'isola centrale per garantire il transito dei mezzi eccezionali come espressamente richiesto in sede di conferenza dei servizi dalla società A2A.

3 PROGETTO STRUTTURALE

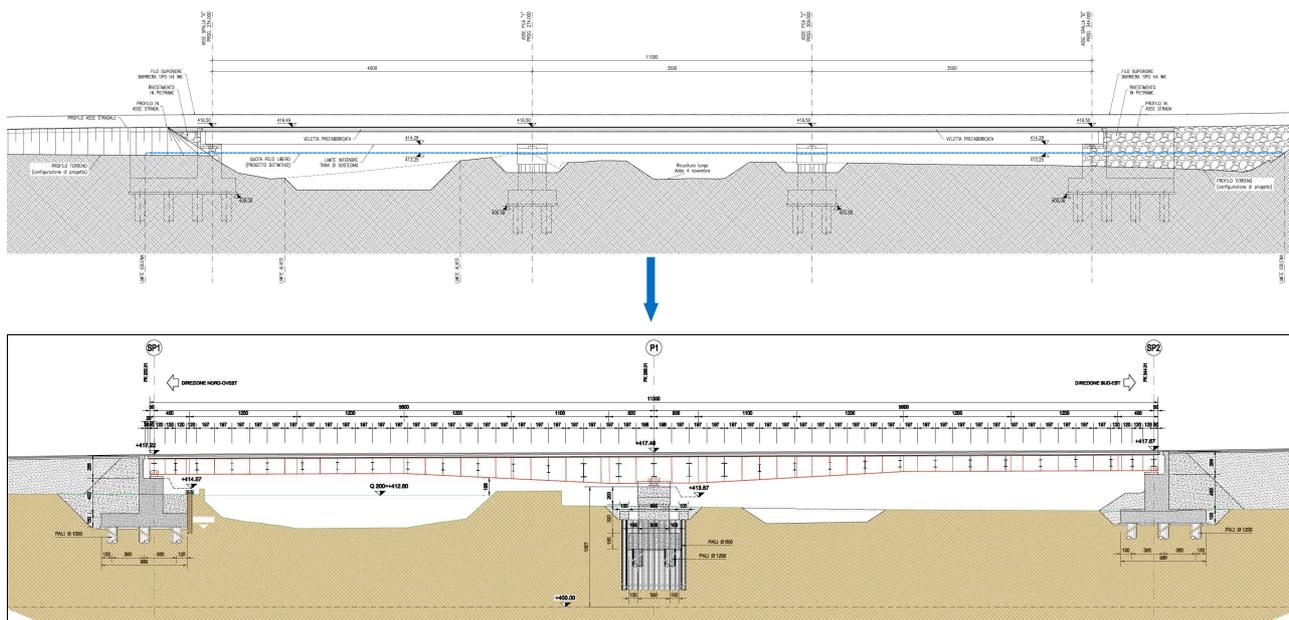
3.1 VIADOTTI STAZZONA E TIRANO

I ponti degli attraversamenti di Stazzona e di Tirano sono stati, in fase di progettazione esecutiva, adeguati alle vigenti normative e alle prescrizioni della Delibera CIPE prevedendo in particolare un significativo incremento delle luci.

In particolare il ponte di Stazzona è stato progettato a 3 campate di luce 60-80-60 m (contro i 30-70-30 m del progetto definitivo).



Il ponte di Tirano è invece stato riprogettato con una doppia campata 60-60 m.

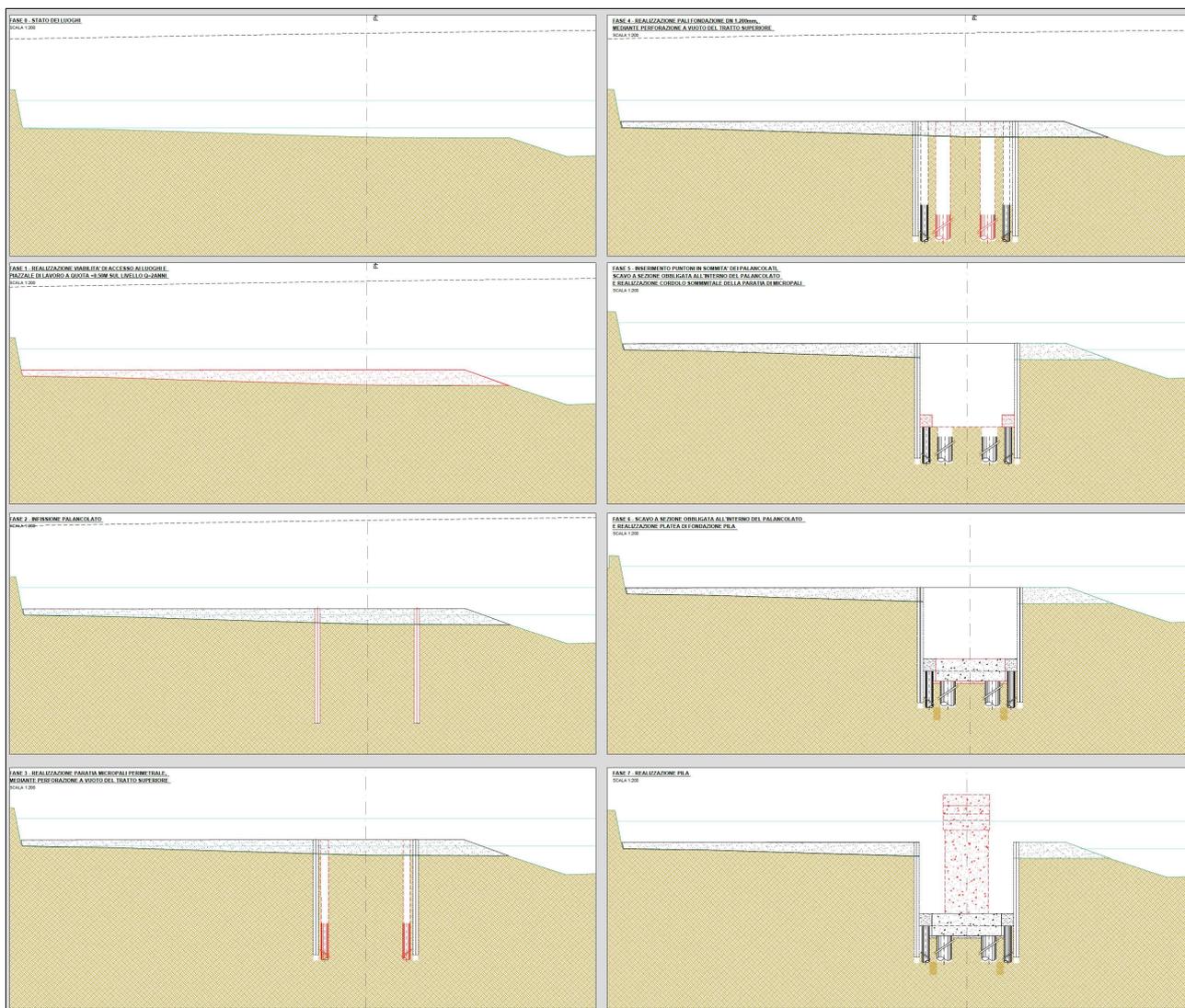


Le configurazioni individuate assicurano una significativa riduzione dell'impatto delle sottostrutture sugli argini esistenti.

Per minimizzare gli impatti in fase costruttiva è stata poi prevista una particolare procedura esecutiva per la realizzazione di fondazioni e fusti delle pile. La fasistica prevede:

- Fase 01 – realizzazione e sistemazione piazzale di accesso
- Fase 02 – infissione di palancole a creare una sorta di pozzo autosostentne (grazie anche alla posa di apposite centinature)
- Fase 03 – realizzazione, con perforazione a vuoto, di una coronella di pali intorno alla futura ciabatta di fondazione

- Fase 04 – realizzazione, con perforazione a vuoto, dei pali di fondazione
- Fase 05a – scavo all'interno delle palancole
- Fase 05b – realizzazione del cordolo sommitale della coronella di pali
- Fase 06 – realizzazione della ciabatta di fondazione della pila
- Fase 07 – realizzazione del fusto della pila
- Fase 08 – rinterro del "pozzo" e estrazione della palancola



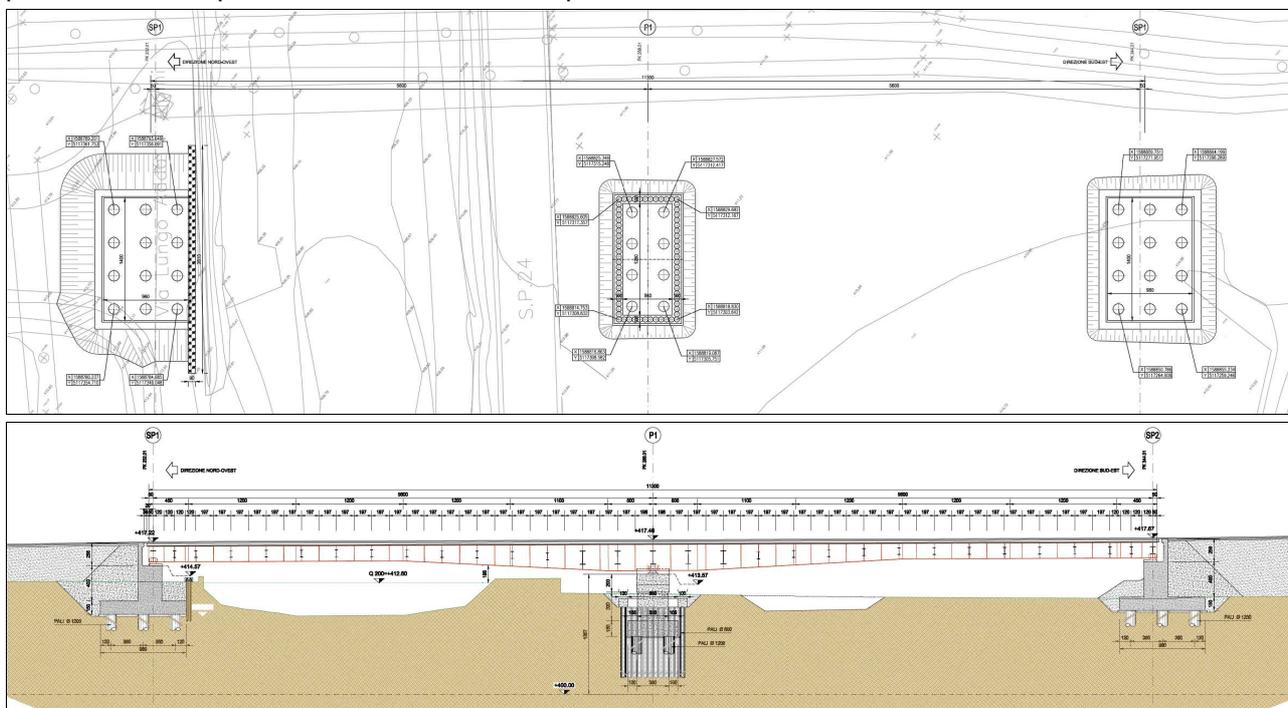
L'estrazione finale della palancola permette di minimizzare l'area di impatto dell'acqua in caso di avvio del processo di scalzamento (area che viene a identificarsi con quella del fusto pila e non con quella dell'eventuale pozzo ben più grande). Ciò permette la minimizzazione della quota di scalzamento finale. Le ciabatte di fondazione sono state progettate a quota tale da non interferire con la quota di scalzamento attesa. La coronella di pali consente la protezione della ciabatta e dei pali sia nei confronti di eventuali extra-scalzamenti sia soprattutto nei confronti delle correnti di subalveo presenti al di sotto del greto dell'Adda.

Per il ponte di Tirano la posizione della pila (completamente al di fuori dell'argine) ha consentito di evitare il ricorso alla palancola. Sono invece state confermate le coronelle introno alla fondazione della pila stessa.

I fusti pila sono stati previsti di tipo circolare per minimizzare l'impatto sulla corrente idrica riducendo per quanto possibile le dimensioni delle opere.

Sono poi inoltre stati considerati idonei rivestimenti in massi sciolti delle zone adiacenti alle pile in alveo e alle spalle dell'impalcato quale ulteriore presidio.

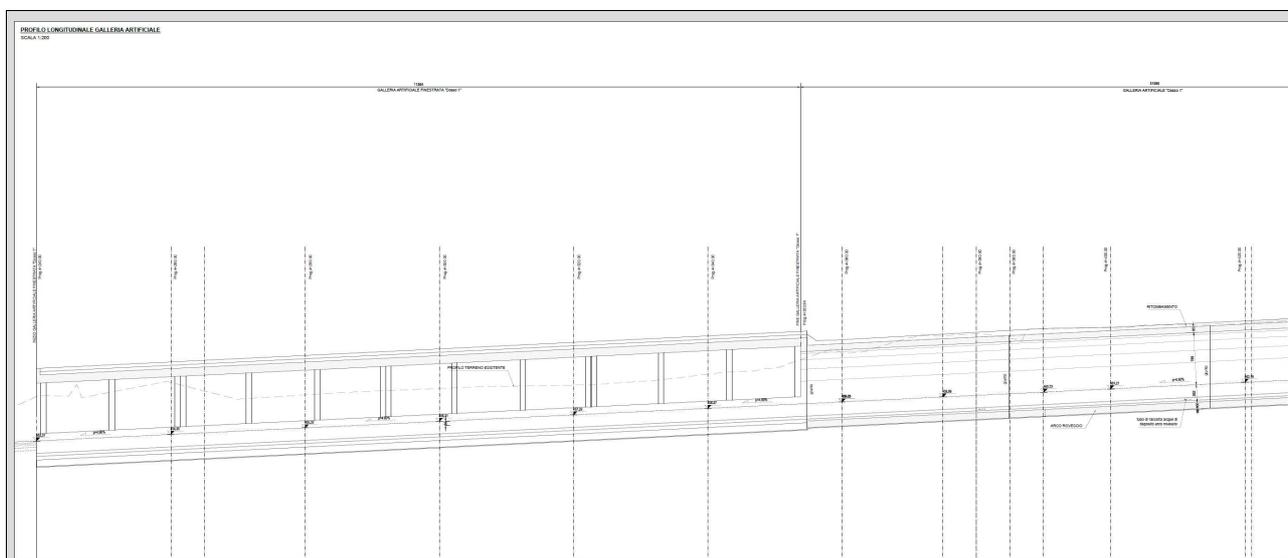
Per il ponte di Tirano, al fine di evitare interferenze con le strutture arginali in fase transitoria è stata altresì prevista la realizzazione di una coronella di pali intorno alla fondazione della pila 1 (unica pila presente nel progetto esecutivo per quest'opera di attraversamento) e una paratia provvisoria di pali sul lato frontale della spalla 1.

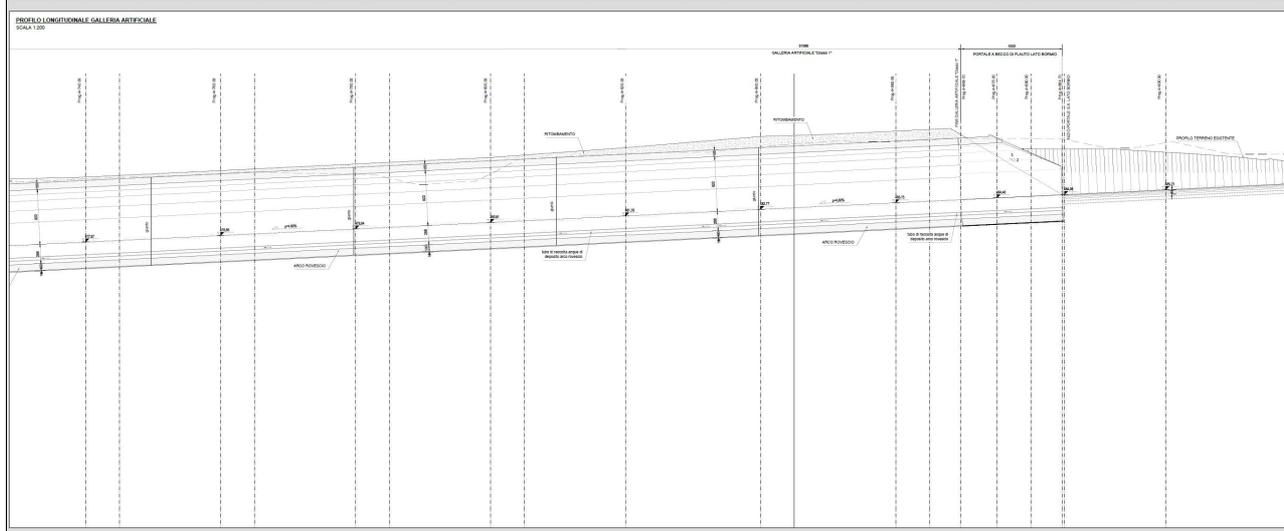
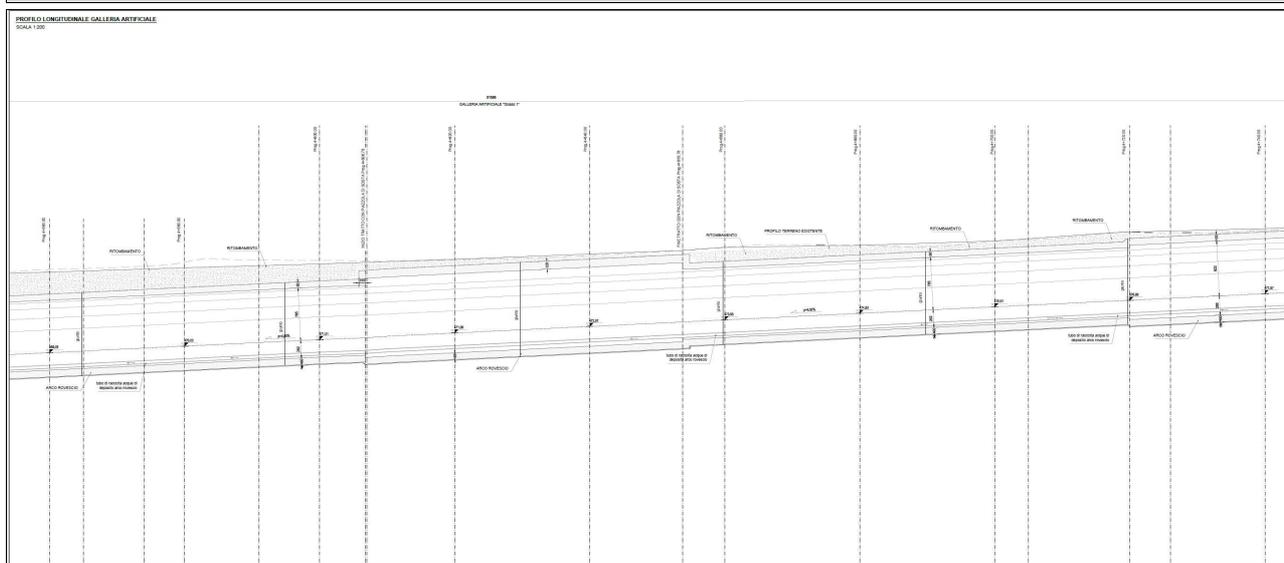
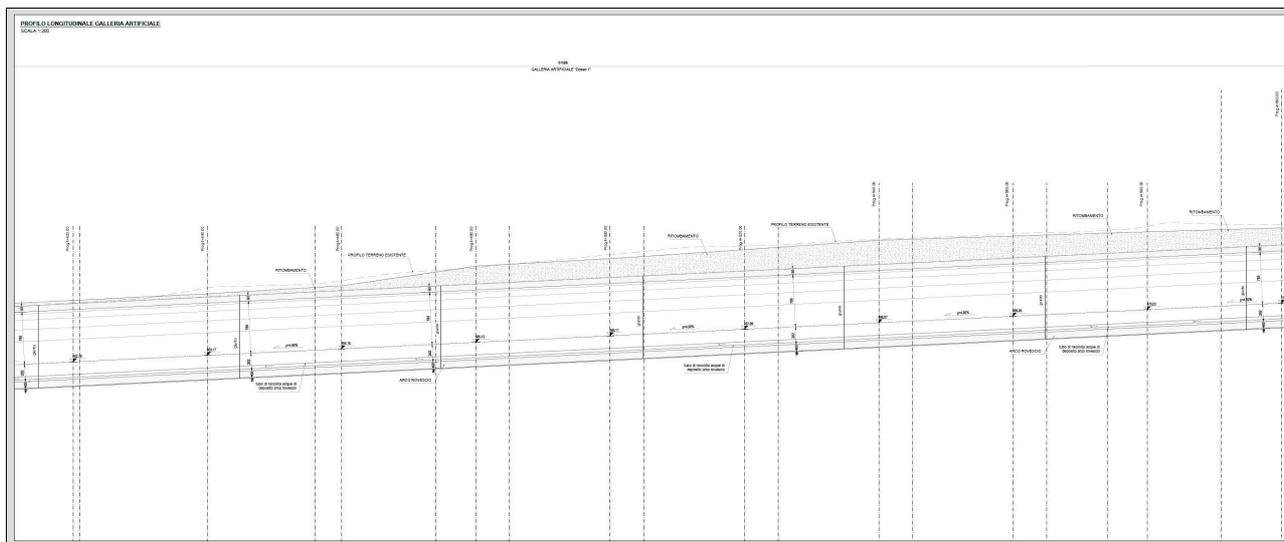


3.2 GALLERIA ARTIFICIALE IL DOSSO

La galleria artificiale il Dosso è stata prolungata complessivamente di circa 135 m (compresi gli imbocchi a becco di Flauto) raggiungendo la lunghezza complessiva di 644,8 m.

In particolare la maggiore estensione è quasi integralmente apportata sul lato Sondrio del tracciato dove è stato inserito un tratto iniziale finestrato sul lato di valle di estensione pari a circa 113 m.





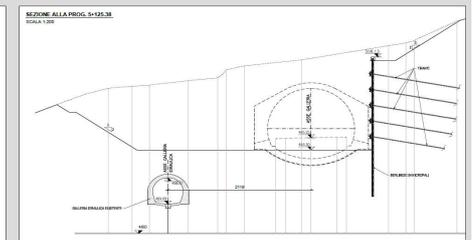
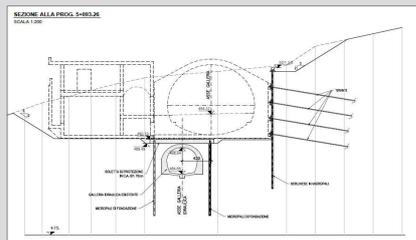
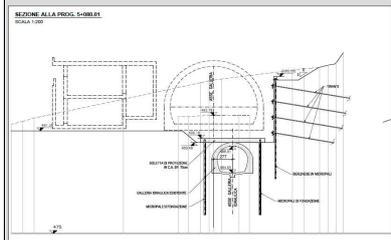
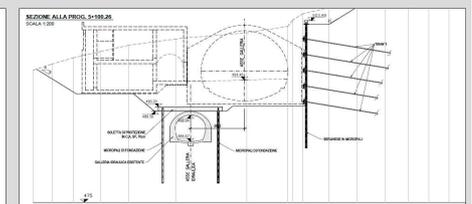
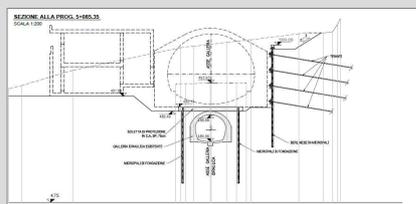
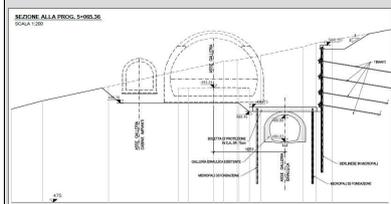
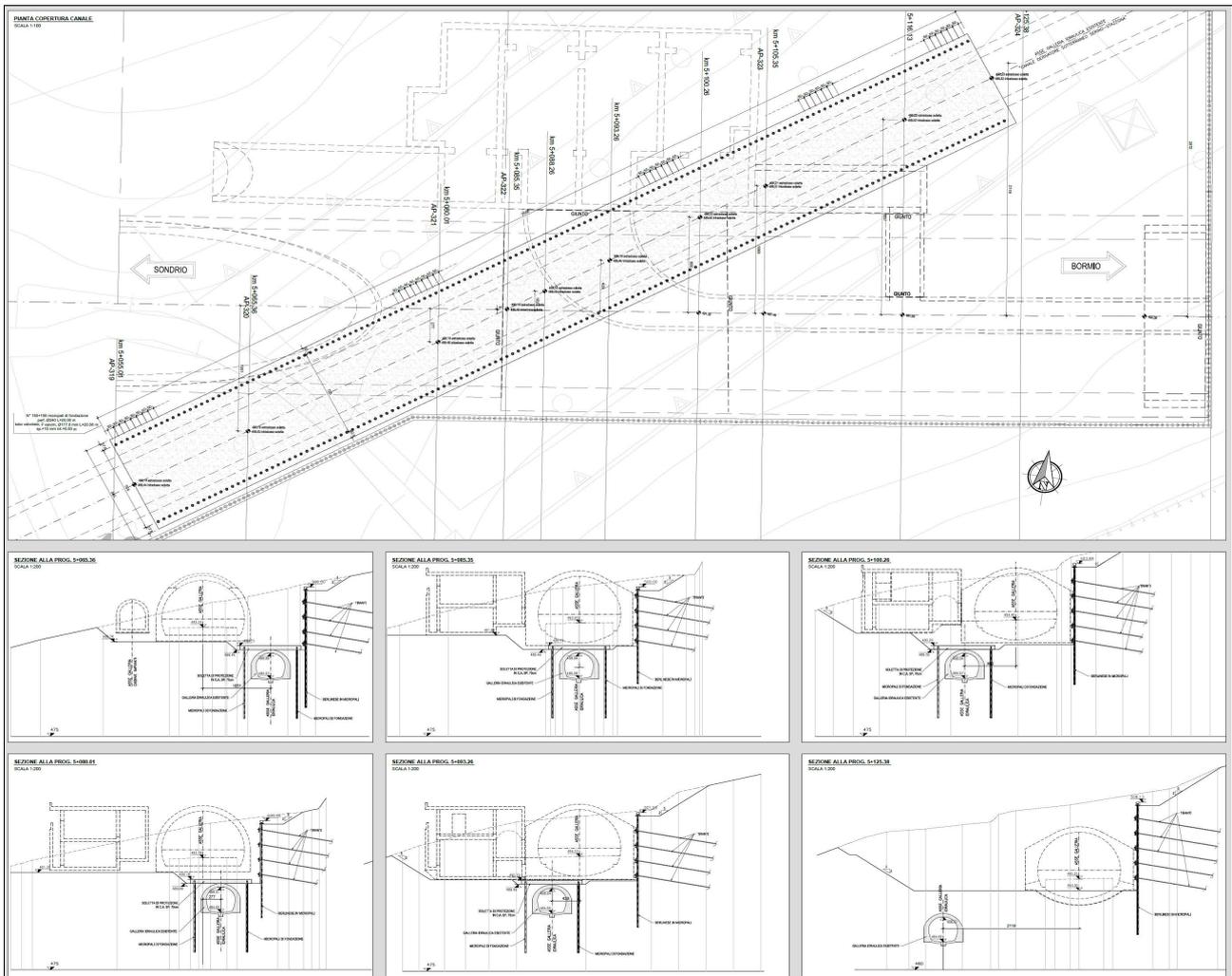
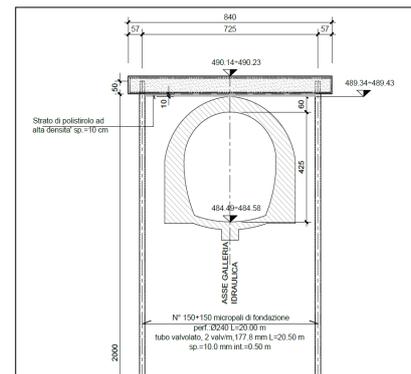
La modifica migliora significativamente sia l'inserimento paesaggistico dell'opera che il contenimento dell'inquinamento acustico in fase di esercizio.

3.3 GALLERIA NATURALE LATO SONDRIO – INTERFERENZA CON LA GALLERIA IDRAULICA IN GESTIONE A2A

Con riferimento all'interferenza fra l'imbocco della galleria naturale (lato Sondrio) e la galleria idraulica A2A S.p.A. in sede di progettazione esecutiva sono state eseguite le seguenti attività iniziali:

- campagna topografica atta a determinare la corretta posizione plano-altimetrica della galleria idraulica di A2A pre-esistente ricorrendo a personale formato per operazioni in ambiente confinato. La campagna topografica è stata eseguita nel corso di una interruzione programmata del servizio della condotta. La campagna ha mostrato un significativo scostamento rispetto alle previsioni di progetto definitivo sia in termini planimetrici che altimetrici.
- incontri con la società A2A per individuare le criticità i vincoli e le possibili soluzioni.

La soluzione progettuale (differente da quella del Progetto Definitivo) ha previsto la realizzazione innanzitutto di un'opera di presidio della galleria realizzando una doppia fila di paratie laterali collegate in testa da una soletta di protezione in c.a. d spessore 70 cm circa. Tra la soletta superiore e l'estradosso della galleria idraulica è stata prevista la messa in opera di uno strato di polistirolo per evitare il trasferimento di sovraccarichi puntuali alla struttura della galleria naturale stessa.



La struttura della galleria artificiale è stata prevista realizzata con soletta di fondazione di tipo piatto al fine di minimizzare gli scavi e annullare le possibili interferenze con la struttura della galleria idraulica minimizzando in funzione degli spazi disponibili l'altezza in mezzera della soletta stessa.

3.4 GALLERIA NATURALE IL DOSSO

A seguito della variante planimetrica del tratto compreso tra la Rotatoria di Tirano e la Rotatoria di Campone che ha comportato una riduzione del raggio di curvatura dai previsti 1100 m previsti nel PD a 900 m, è stato modificato lo sviluppo della galleria naturale Il Dosso.

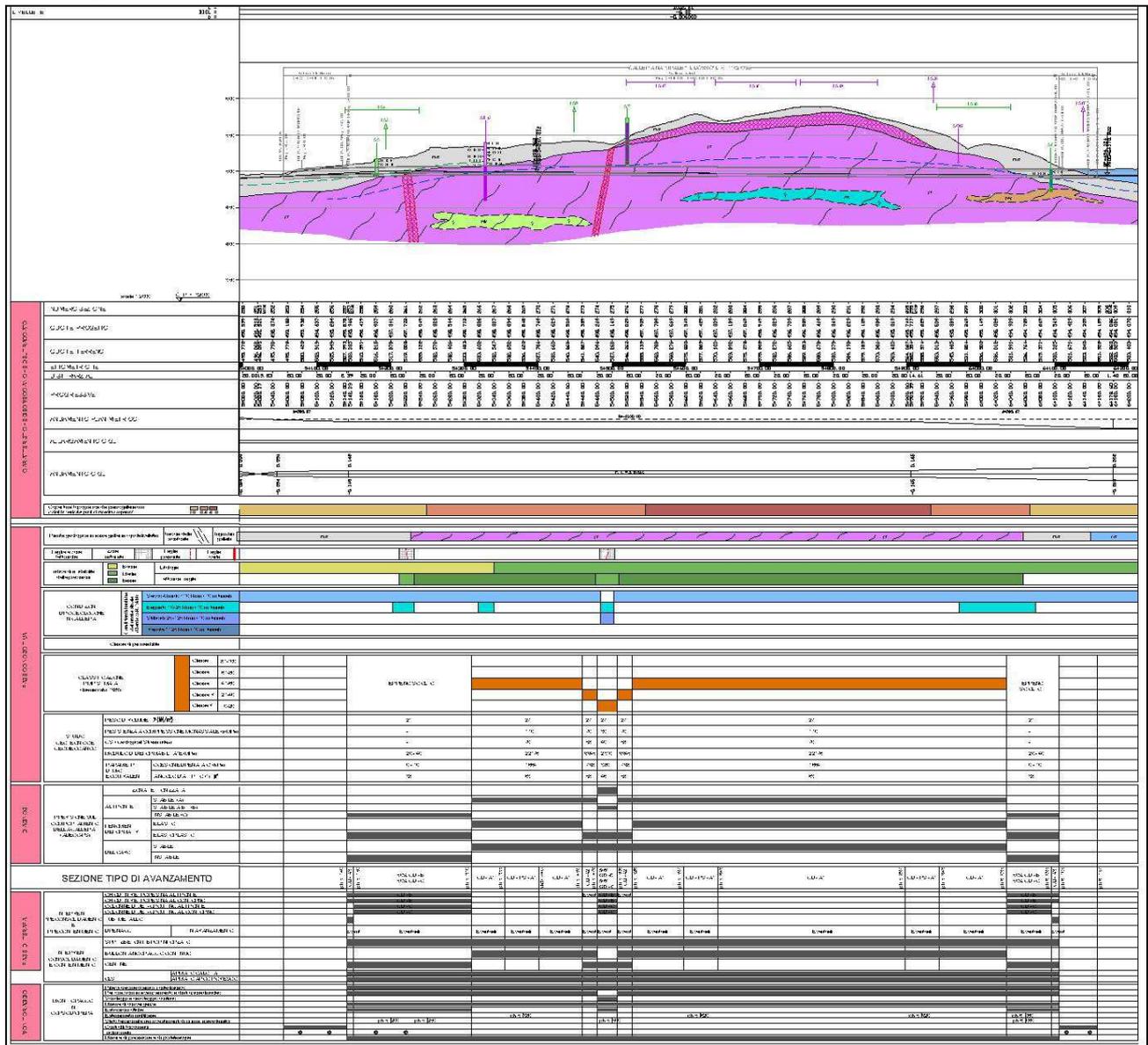
Nel Progetto Definitivo erano previsti i seguenti sviluppi:

	IMBOCCO LATO SONDRIO	GALLERIA ARTIFICIALE LATO SONDRIO	GALLERIA NATURALE	GALLERIA ARTIFICIALE LATO BORMIO	IMBOCCO LATO BORMIO
PROGRESSIVE	5055 - 5080	5080 - 5140	5140 - 6105	6105 - 6145	6145 - 6157
LUNGHEZZA (M)	25	60	965	40	12

TABELLA 3.1 – PROGETTO DEFINITIVO INTERVENTI PREVISTI

La lunghezza totale della galleria naturale Il Dosso nel Progetto Definitivo era pari a 1102 m.

E' di seguito presentato il profilo geomeccanico con gli interventi previsti nel Progetto Definitivo.



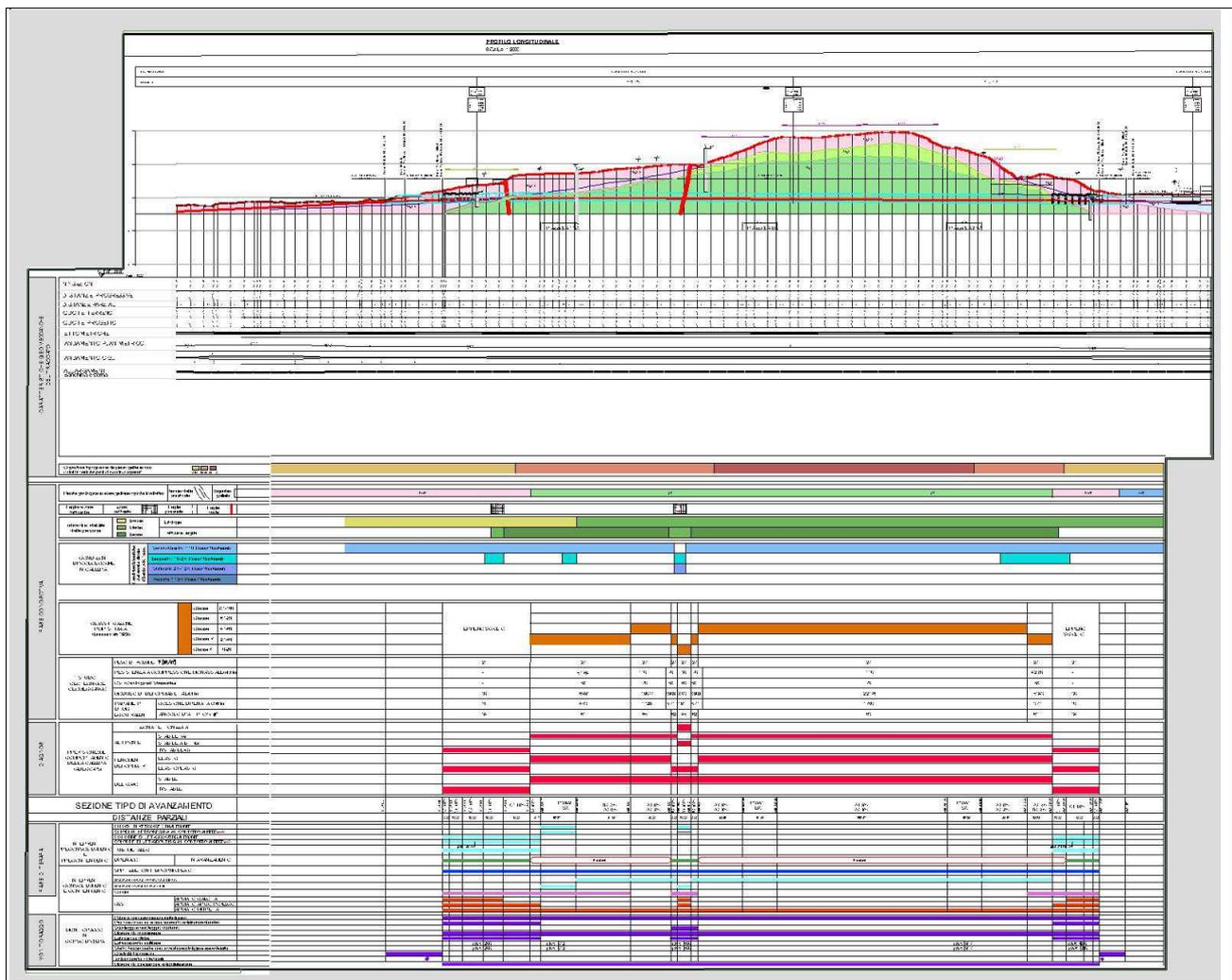
Nel Progetto Esecutivo son invece previsti i seguenti sviluppi:

	IMBOCCO LATO SONDRIO	GALLERIA ARTIFICIALE LATO SONDRIO	GALLERIA NATURALE	GALLERIA ARTIFICIALE LATO BORMIO	IMBOCCO LATO BORMIO
PROGRESSIVE	5055 - 5085	5085 - 5140	5140 - 6118.26	6118.26 - 6158.26	6158.26 - 6170.26
LUNGHEZZA (M)	30	55	978.26	40	12

TABELLA 3.2 – PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI PREVISTI

La lunghezza totale della galleria naturale Il Dosso nel Progetto Esecutivo risulta pari 1115,26 m con un maggior sviluppo di 13,26 m.

E' di seguito presentato il profilo geomeccanico con gli interventi previsti nel Progetto Esecutivo.



Nell'ambito della Progettazione Esecutiva della galleria Naturale Il Dosso è stata confermata la sagoma degli intradossi prevista nel progetto Definitivo con raggi interni in calotta pari a 6,45 m e per l'arco rovescio pari a 9,46 m e la presenza del cunicolo di servizio e di evacuazione previsto al di sopra dell'arco rovescio.

Il profilo geolitologico dell'ammasso interessato dallo scavo è stato adeguato al nuovo tracciato plano-altimetrico e si è generato un nuovo profilo geomeccanico che sostanzialmente conferma le Classi di Scavo previste nel Progetto Definitivo.

3.5 OPERE MINORI – ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI

Ai sensi delle prescrizioni CIPE sono state ricalcolate tutte le portate dei corsi d'acqua sia principali (Fiume Adda) che secondari (reticolo idrografico interferito), e rese congruenti le verifiche idrauliche dei manufatti e delle opere d'arte. In particolare per ottemperare alle condizioni degli Organi Istruttori nella progettazione esecutiva sono stati seguiti i criteri appresso riportati sinteticamente:

- è stata effettuata una totale revisione dei calcoli idraulici sia delle acque di piattaforma che per quelle di versante, utilizzando criteri di calcolo tradizionali, più aderenti alla realtà fisica dei territori e delle infrastrutture interessate;
- i calcoli sono stati verificati anche sulla base delle valutazioni idrauliche contenute nei P.G.T. (Piani di Governo del Territorio) dei Comuni territorialmente interessati dalle opere della nuova strada;
- sono state effettuate le verifiche in moto permanente per tutte le strutture di attraversamento, di primaria importanza;
- le opere sono state dimensionate con accorgimenti mirati a migliorare l'esercizio (impianti di sollevamento) e di manutenzione (tombini idraulici, ecc);
- gli argini stradali in presenza di esondazioni da parte del fiume Adda sono stati opportunamente protetti;
- è stata posta particolare attenzione alla ricucitura della viabilità esistente, sia per quelle arginali, sia per quelle rurali.

Così operando, allungando le luci dei ponti ed in particolare portando le fondazioni delle spalle e delle pile del ponte Tirano e Stazzona al di fuori degli argini (solo una pila del ponte di Stazzona è rimasta in alveo), si ritiene di aver superato le criticità evidenziate dal CIPE.

Nella relazione FA01- T00ID01IDRRE01 sono riportate le verifiche idrauliche effettuate per il Fiume Adda e in particolare:

- le verifiche idrauliche del Fiume Adda, nelle situazioni ante e post operam, per tempi di ritorno duecentennali;
- le verifiche di stabilità delle opere fondazionali comprese quelle allo scalzamento;
- le verifiche relative all'adeguata protezione, rispetto alle quote di piena, delle opere relative al tratto interferente con il limite di progetto tra le fasce fluviali B e C e a quello interno all'attuale fascia B in sponda destra a valle del ponte di Stazzona

Nella relazione FB01-T00ID02IDRRE01 (capitolo 6) sono state riportate le verifiche idrauliche di tutte le interferenze tra l'asse stradale di progetto e gli impluvi naturali, che risultano in tutti i casi dotati di sistemazione idrauliche, già allo stato attuale:

- Canale Rossi al km 0+260
- Rio di S. Bernardo al km 1+980
- Rio val di Gondo al km 3+350
- Rio val dei Morti al km 5+038.

Denominazione canale	Codice tombino	Tipologico	Codice bacino	Superficie [km ²]	Q100 [m ³ /s]
Canale Rossi	TM03a	4,00x3,00	-	-	4.2
	TM03b	3 X (4,00x3,00)	-	-	6.5
Rio di S. Bernardo	TM10d	3,00x2,00	T3	0.69	6.94
	TM10c	3,00x2,00	-	0.84	8,50
Rio Val di Gondo	TM16	4,00x3,00	T2	1.62	13,70
	TM16sx	2 X (3,00x2,00)	-	3.12	26,40
Rio Val dei Morti	TM20dx	3,00x2,00	T1	1.04	9,40

Le verifiche delle sezioni di deflusso sono state effettuate, studiando le condizioni al contorno di monte o di valle che governano il moto a pelo libero che si instaura in corrispondenza dei manufatti di attraversamento.

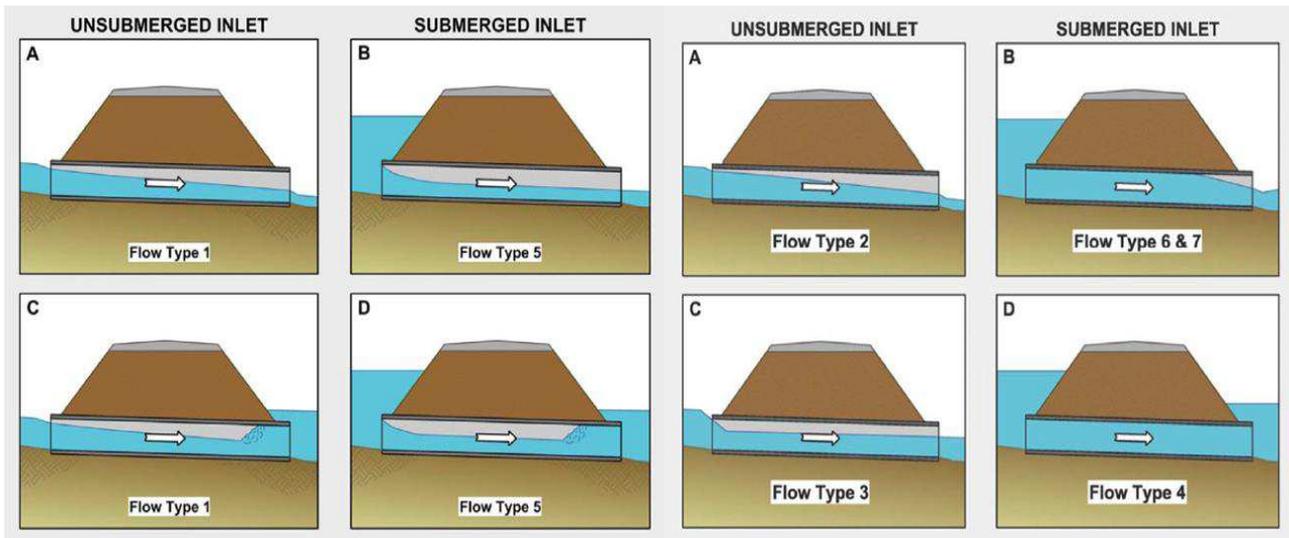
Nella relazione FB01-T00ID02IDRRE01 (capitolo 7) sono invece riportate le verifiche dei tombini minori introdotti per permettere lo scarico delle acque dai fossi di guardia verso i ricettori finali. Tali manufatti di attraversamento sono stati dimensionati considerando eventi meteorici con tempi di ritorno pari a 50 anni. La risoluzione delle interferenze idrografiche minori (attraversamenti dei canali che attraversano trasversalmente la viabilità in progetto e dei nuovi canali di ricucitura del reticolo) avviene con la realizzazione di opere minori di attraversamento (tombini idraulici in cemento armato, di sezione scatolare 2,0 mx2,0 m – 3,0 mx2.0 m – 4,0 mx3,0m e circolari Ø1000 e Ø1500). Le portate affluenti alle opere sono state calcolate in funzione della superficie da alimentare ovvero in funzione delle caratteristiche del canale interferito.

Tombino	Tipologico	Progressiva	L m	Fosso afferente	Q m ³ /s	i %	RI	Allegato
TM01Sx	DN 1000	0+064	22.1	01aSx-01bSx	1.11	0.45%	RI12	LAA
TM03a	4,00x3,00	0+475	6.1	Deviazione C. Rossi	6.60	0.16%	RI01	LAB
TM03b	3x(4,00x3,00)	0+530	32.1	Deviazione C. Rossi	6.60	0.12%	RI01	LAC
TM03c	4,00x3,00	0+294	6.1	Deviazione C. Rossi	4.20	0.33%	ST03	LAD
TM04c	DN 1000	0+183	22.1	04bDx-04cDx	0.10	0.90%	RI20	LAE
TM05	DN 1000	0+938	36.1	05Dx	0.28	0.28%	RI03	LAF
TM07	3,00x2,00	1+165	45.7	07DX	7.00	0.22%	RI03	LAL
TM09	3,00x2,00	1+945	56.4	Versante	3.21	0.18%	RI03	LAM
TM10b	2xDN1000	2+119	8.1	10bDx-10dDx	1.80	1.23%	RI03	LAN
TM10c	3,00x2,00	1+985	39.4	San Bernardo-10cDx	8.50	1.52%	RI03	LAO
TM10d	3,00x2,00	0+017	19.3	San Bernardo	6.94	5.19%	RI24	LAO
TM10Sx	DN 1000	0+412	12.2	10aSx-10bSx	0.30	1.64%	RI30	LAP
TM11a	DN 1000	2+573	30.1	11aDx-11bDx	0.40	0.66%	RI03	LAQ
TM11c	DN 1000	0+337	14.2	11cSx	0.40	0.71%	RI31	LAR
TM12aDx	DN1500	2+905	6.1	12aDx	1.10	0.82%	RI03	LAS
TM12bDx	2,00x2,00	2+806	40.1	12bDx-12cDx	2.79	0.25%	RI03	LAT
TM13aDX	DN 1500	0+180	10.1	13aDx	0.60	1.97%	RI51	LAU
TM13bDx	2,00x2,00	3+036	31.1	13bDx-13cDx	0.80	0.32%	RI03	LAV
TM16	4,00x3,00	3+350	24.2	Val di Gondo-16aDx	13.70	0.83%	RI04	LAZ
TM16bDx	2,00x2,00	3+450	24.1	16bDx-16cDx	0.40	2.69%	RI04	LBA
TM16Sx	2x (3,00x2,00)	0+297	14.4	Val di Gondo	26.40	0.35%	RI42	LBB
TM17Dx	2,00x2,00	3+565	24.1	17aDx-17bDx	5.00	1.66%	RI04	LBC
TM17Sx	2,00x2,00	0+200	6.2	17bSx-17cSx	5.00	3.25%	RI61	LBD
TM18dDx	3,00x2,00	3+690	28.1	18dDx	6.41	1.42%	RI04	LBE
TM18dSx	3,00x2,00	0+268	8.1	18dSx	6.41	1.23%	RI61	LBE
TM18fSx	3,00x2,00	3+360	6.1	18fSx	9.50	1.64%	RI04	LBF
TM20Dx	3,00x2,00	5+031	28.0	Val dei Morti	10.10	0.71%	TR06	LBG
TM22Dx	3,00x2,00	6+483	18.1	22aDx-22bDx	6.18	0.55%	RI06	LBH
TM22Sx	DN 1000	0+144	22.1	22aSx	0.20	0.90%	RI70	LBI
TM19	DN 1000	4+885	22.1	19Dx	0.50	0.45%	TR06	LBL

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso sia compatibile con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l'infrastruttura stradale, con un adeguato franco idraulico.

La verifica è stata realizzata con l'ausilio del codice HY8, sviluppato dalla Federal Highway Administration (FHWA) del U.S. Department of Transportation. Il codice permette di determinare, sia la dimensione, la forma e il numero di opere d'arte necessari a far defluire una portata di progetto o di calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una determinata portata (in condizioni di normale deflusso o in condizioni di acqua ferma all'imbocco), sia il profilo idrico della portata transitante nell'opera. Il codice stabilisce, inoltre, il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (inlet control) o da valle (outlet control). Nel primo caso la quantità d'acqua che può transitare nell'opera è limitata dall'ingresso del tombino stesso: la corrente passa attraverso l'altezza critica all'imbocco dell'attraversamento e il deflusso all'interno dell'opera è in regime di corrente veloce, conseguentemente le perdite di carico a valle non influiscono sul livello di monte e il livello che si instaura a monte è una funzione delle dimensioni dell'imbocco, della sua forma e del tipo di tombino (sezione e materiale).

Nel secondo caso la quantità d'acqua che può transitare nel manufatto è limitata dalla sezione del tombino e/o dalle condizioni al contorno di valle, conseguentemente il deflusso avviene in corrente lenta e l'equazione dell'energia determina il livello idrico a monte. I possibili tipi di deflusso che si possono instaurare a monte, a valle e nel tombino sono mostrati nella figura seguente (per approfondimenti si rimanda al manuale tecnico di HY8).



Il coefficiente di scabrezza di Manning degli attraversamenti è stato posto, cautelativamente, pari a quello adottato per i fossi di guardia rivestiti che vi recapitano, ossia pari a $0.02 \text{ ms}^{-1/3}$. Il dimensionamento dei tombini è stato eseguito in modo da garantire che il grado di riempimento all'imbocco dell'opera non sia superiore al 70% della luce disponibile.

Nella tabella seguente si riporta la verifica idraulica, con il seguente significato dei simboli:

- Himb (headwater elevation): carico idraulico totale della corrente all'imbocco in m s.m.;
- hmonte (inlet control depth): altezza del carico all'imbocco rispetto alla quota di ingresso del tombino in caso di funzionamento controllato da monte;
- hvalle (outlet control depth): altezza del carico all'imbocco rispetto alla quota di ingresso del tombino in caso di funzionamento controllato da valle;
- hu (normal depth): altezza di moto uniforme nel tombino (se l'opera è insufficiente per la portata di progetto l'altezza di moto uniforme sarà imposta pari all'altezza del tombino);
- hc (critical depth): altezza critica nel tombino (se l'opera è insufficiente per far passare la portata di progetto attraverso l'altezza critica, questa sarà imposta pari all'altezza del tombino);
- hsbo (outlet depth): altezza idrica nella sezione di sbocco;
- htw (tailwater depth): altezza idrica nel canale di recapito a valle;
- Vsbo (outlet velocity): velocità alla sezione di sbocco del tombino;
- Vtw (tailwater velocity): velocità nel canale di recapito a valle
- Gr (%): grado di riempimento nella sezione d'imbocco tombino.

Codice Tombino	Q m ³ /s	H _{imb} m sm	h _{monte} m	h _{valle} m	h _u m	h _c m	h _{sbo} m	h _{tw} m	V _{sbo} m/s	V _{tw} m/s	G _f %
TM01Sx	1.11	393.47	0.92	0.97	0.65	0.60	0.60	0.52	2.24	1.76	60.0%
TM04c	0.10	394.04	0.24	0.0*	0.17	0.17	0.17	0.12	1.08	0.26	17.0%
TM05	0.28	395.53	0.41	0.53	0.39	0.29	0.56	0.56	0.62	0.25	56.0%
TM07	7.00	396.74	1.39	1.54	1.24	0.82	1.30	1.30	1.80	1.35	65.0%
TM09	3.21	402.18	0.84	0.88	0.77	0.49	0.49	1.95	2.19	0.00	24.5%
TM10b	1.80	402.71	0.81	0.64	0.50	0.54	0.51	0.62	2.15	1.38	51.0%
TM10Sx	0.30	403.92	0.42	0.12	0.26	0.30	0.26	0.27	1.76	0.56	26.0%
TM11a	0.40	406.69	0.49	0.19	0.32	0.35	0.32	0.20	1.77	0.66	32.0%
TM11c	0.40	404.34	0.49	0.54	0.37	0.35	0.41	0.41	1.33	0.49	41.0%
TM12aDx	1.10	408.56	0.73	0.91	0.51	0.53	0.86	0.86	1.01	0.68	57.3%
TM12bDx	2.79	408.56	1.00	1.06	0.89	0.58	0.80	0.80	1.74	1.94	40.0%
TM13aDX	0.60	413.92	0.52	0.20	0.30	0.39	0.31	0.35	2.15	1.74	20.7%
TM13bDx	0.80	410.41	0.43	0.71	0.34	0.25	0.77	0.77	0.52	0.32	38.5%
TM16bDx	0.40	413.67	0.27	0.0*	0.11	0.16	0.11	0.17	1.84	1.11	5.5%
TM17Dx	5.00	414.94	1.44	0.62	0.68	0.86	0.71	0.75	3.52	2.95	35.5%
TM17Sx	5.00	414.50	1.43	1.50	0.54	0.86	1.37	1.37	1.82	1.08	68.5%
TM18dDx	6.41	414.80	1.30	0.50	0.70	0.77	0.72	0.70	2.95	2.28	36.0%
TM18dSx	6.41	414.46	1.31	1.46	0.63	0.77	1.34	1.34	1.59	1.43	67.0%
TM18fSx	0.50	483.46	0.56	0.63	0.47	0.40	0.56	0.56	1.10	0.28	56.0%
TM22Dx	6.18	498.41	1.28	1.31	0.82	0.76	1.04	1.04	1.99	2.35	52.0%
TM22Sx	0.20	492.14	0.34	0.06	0.24	0.25	0.24	0.22	1.32	0.29	24.0%
TM19	0.50	483.45	0.56	0.62	0.40	0.40	0.46	0.46	1.40	0.34	46.0%

4 PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

Il progetto degli impianti è stato adeguato alle prescrizioni ed osservazioni della Delibera CIPE 29/2018 nonché alle vigenti normative oltre che ai disciplinari di Anas S.p.A..

5 AMBIENTE

Le tematiche ambientali del progetto esecutivo non differiscono da quanto profuso nel progetto definitivo, naturalmente sono state ottemperate le prescrizioni ed osservazioni della Delibera CIPE. Per tutte le tematiche ambientali si rimanda agli elaborati specifici del progetto esecutivo.