

LA TECNICA DELLO "SPINGI-MANUFATTO" SULLA A5 TORINO-QUINCINETTO

L'AMMODERNAMENTO E L'ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO DI SAN GIORGIO CANAVESE (TO)
ATTRAVERSO LA REALIZZAZIONE DI UN SOTTOPASSO DI ACCESSO AL CASELLO

Nell'ambito della riorganizzazione iniziata negli anni Novanta con il rifacimento dello svincolo di Ivrea, la Società A.T.I.V.A. SpA - Concessionaria dell'Autostrada Torino-Ivrea-Valle d'Aosta per il tratto compreso tra la Tangenziale di Torino e il comune di Quincinetto, confine regionale fra il Piemonte e la Valle d'Aosta - ha appaltato le opere per l'ammodernamento dello svincolo di San Giorgio Canavese, non più confacente alle esigenze del traffico e ai nuovi sistemi di esazione.

L'Autostrada A5 Torino-Quincinetto di 51,29 km e l'Autostrada A4/A5 Ivrea-Santhià di 23,65 km rappresentano elementi essenziali nei collegamenti con la Valle d'Aosta e nella viabilità della parte settentrionale della provincia di Torino.

In merito al progetto esecutivo delle opere di adeguamento, il nuovo assetto delle piste di

1. La platea di varo e il muro reggispinta nella fase 0



2. La posa delle prolunghe per i martinetti idraulici durante l'attività di spinta della seconda fase

svincolo ha reso necessaria la costruzione di un'opera di attraversamento dell'autostrada esistente. Tale attraversamento doveva avvenire in sottopasso e più precisamente mediante una galleria artificiale costituita da pali a grande diametro e impalcato in travi prefabbricate e soletta collaborante.

La scelta di tale soluzione rendeva possibile una continuità del traffico veicolare dell'utenza durante le fasi lavorative, costruita in regime di scambio di carreggiata realizzandola in due fasi temporali distinte. Al fine di garantire la sicurezza nelle operazioni di scavo a foro cieco era stata prevista la costruzione di un'opera provvisoria costituita da una paratia di micropali, disposta in senso longitudinale rispetto all'asse dell'autostrada esistente; tale paratia doveva essere poi demolita nella seconda fase di costruzione.



3. La posa dell'armatura del solettone di base per la realizzazione del monolite nella fase 0

Con questa soluzione vi era una criticità in termini di sicurezza (sia per le maestranze in cantiere che per gli utenti autostradali) soprattutto durante le fasi di realizzazione dei pali, dei micropali e delle colonne in jet-grouting, dove le varie macchine operatrici avrebbero operato troppo in adiacenza (2÷3 m) alla sede autostradale con il traffico in esercizio.

Per questo motivo, in fase di organizzazione del cantiere per la realizzazione delle opere, l'Impresa Coop. Viridia S.C. di Settimo Torinese - in accordo con la Società A.T.I.V.A. SpA. - ha proposto di modificare il sistema costruttivo delle opere costituenti il sottopasso rispetto a quanto previsto nel progetto appaltato per consentire una riduzione dei rischi potenzialmente insiti nelle grosse macchine che avrebbero operato vicino alla sede autostradale, mantenendo comunque i presupposti di continuità di traffico veicolare dell'utenza durante tutte le fasi di cantiere. L'ingegnerizzazione della variante progettuale è stata effettuata con l'ausilio della Società di ingegneria Enser Srl e dell'Impresa Petrucco Italia Srl che ha poi materialmente eseguito l'attività di spinta.

Per quanto riguarda il sottopasso autostradale, l'Impresa ha proposto la tecnica dello spingi-manufatto, ovvero la struttura costituente il sottopasso è stata realizzata tutta in opera in posizione esterna alla sede autostradale e, mediante martinetti idraulici, spinta lungo una soletta provvisoria di varo nella posizione di progetto; i martinetti idraulici sono stati contrastati mediante muro reggispinga provvisorio in c.a. realizzato all'estremità della platea di varo. Il tutto senza inibire il traffico autostradale durante le fasi di spinta, apportando solo modeste limitazioni alla viabilità secondaria (rampe).

Tale soluzione ha comportato, inoltre, una sensibile riduzione dei tempi dell'appalto.

Complessivamente, l'opera in sottopasso ha uno sviluppo di 51,00 m di cui 33,00 m costituiscono lo scatolare.

Il monolite è costituito dalle seguenti parti:

- solettone dello spessore di 80 cm su due campate di luce netta pari a 9,15 m;
- due pareti laterali contro-terra (ritti) dello spessore di 80 cm e di altezza netta pari a 6,85 m;
- un setto centrale finestrato dello spessore di 40 cm e di altezza netta pari a 6,85 m;
- platea di fondazione dello spessore di 90 cm su due campate di luce netta pari a 9,15 m;
- muri andatori "a mensola", prosecuzione all'esterno dei ritti, dello spessore di 80 cm e di altezza variabile;
- muri andatori "a mensola", prosecuzione all'esterno del setto centrale, dello spessore di 40 cm e di altezza variabile.

LE PRINCIPALI FASI ESECUTIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL SOTTOPASSO

Le operazioni di spinta/varo si sono svolte in quattro fasi.

La fase 0

Si sono effettuati scavi lato Est per la realizzazione dell'area di cantiere (50,90x22,55 m) necessaria per la costruzione in opera del monolite (sottopasso e muri andatori e avambecco) e delle opere accessorie (platea di varo e trave

reggispinga) per consentire il trascinamento del manufatto, mediante batterie di martinetti idraulici, fino alla posizione finale. In questa fase, la viabilità sulla sede autostradale è rimasta inalterata.

La fase 1

È cominciata la deviazione del traffico sulla carreggiata Ovest (ovvero con entrambi i sensi di marcia su detta carreggiata) con mantenimento della rampa esistente in ingresso sull'autostrada in direzione Torino e chiusura all'uscita dall'autostrada per chi proveniva da Aosta sulla rampa esistente per tutta la durata della fase.



4. La posa dei martinetti idraulici durante l'attività di spinta della prima fase

Si è quindi effettuato il trascinamento del monolite fino alla posizione in cui l'estremità dell'avambecco è stato posizionato in corrispondenza dell'asse autostradale; quindi è stato preparato il tratto di sede stradale in corrispondenza del sottopasso con l'introduzione di "lamieroni" in acciaio anti-atrito a perdere, solidarizzati a strutture provvisorie esterne. Infine, si è proceduto alla posa di stabilizzato in misto cementato per dare le pendenze trasversali alla sede stradale e alla posa del pacchetto dei neri nella configurazione finale di progetto.

La fase 2

Si è proceduto con la deviazione del traffico sulla carreggiata Est (ovvero con entrambi i sensi di marcia su detta carreggiata) con la chiusura della rampa esistente in ingresso sull'autostrada in direzione Torino e riapertura della rampa in uscita dall'autostrada per chi proveniva da Aosta. La chiusura della rampa esistente in ingresso sull'autostrada in direzione Torino è diventata definitiva.



5. La lamiera d'acciaio anti-attrito

Si è quindi trascinato il monolite fino alla posizione finale come da progetto; si sono realizzati i cordoli in c.a. ai bordi del sottopasso (cordoli di sostegno del parapetto e cordoli di sostegno barriere di sicurezza H4 BP) lato Ovest; si è predisposto il tratto di sede stradale in corrispondenza del sottopasso lato Ovest con la posa di stabilizzato in misto cementato per dare le pendenze trasversali alla sede stradale e la posa del pacchetto dei neri nella configurazione finale di progetto; sono avvenute le demolizioni delle strutture dell'avambecco e la realizzazione delle parti di completamento dell'intera struttura del sottopasso (ovvero le porzioni di fondazione e le elevazioni dei muri andatori e del setto centrale lato Ovest).



6. L'interposizione del lubrificante tra l'estradosso della soletta di copertura del monolite e la lamiera anti-attrito

Infine, si è proceduto alla realizzazione del cordolo in c.a. centrale di spartitraffico di sostegno delle barriere di sicurezza previste in progetto e dei cordoli in c.a. laterali all'interno del sottopasso, di sostegno delle barriere di sicurezza previste in progetto.

La fase 3

Dopo la posa delle barriere di sicurezza e dei parapetti previsti in progetto si è riaperto del traffico sulla sede autostradale in entrambe le carreggiate.

LA REGIMAZIONE IDRAULICA

Avendo un'estensione maggiore complessiva di circa 18 m (9,00 m per parte) rispetto al progetto originario per la presenza dei muri andatori, il sottopasso in variante ha comportato ovviamente una modifica (seppur non sostanziale) della regimazione e soprattutto della raccolta idraulica delle acque di piattaforma. Infatti, per la presenza della struttura delle platee di fondazione del manufatto e dovendo rispettare le quote di scarico, in primo luogo è stato necessario spostare i pozzetti P1, P2 e P3 verso Ovest al di fuori della platea di fondazione citata. Tale spostamento non ha comportato modifica sostanziale della raccolta delle acque se non la leggera modifica delle quote di ingresso e di scarico ai pozzetti e una piccola modifica geometrica (pianta e altezza) dei pozzetti medesimi.

È stata invece apportata una modifica sia geometrica che altimetrica dell'andamento dello scarico di fondo delle canalette prevista a bordo strada. Infatti, sempre per la presenza della soletta di fondazione del manufatto, è stato necessario realizzare dei cordoli in c.a. di supporto e sostegno delle barriere a bordo strada; tali cordoli sono stati solidarizzati con la platea di fondazione del manufatto e hanno l'andamento in sommità che segue la livelletta stradale ai bordi realizzati. Per il fatto che è stato necessario realizzare questi cordoli, le canalette di bordo sono "formate" dalla parete esterna di tali cordoli di supporto delle barriere e dalle pareti interne laterali del manufatto che costituisce il sottopasso. Per definire l'andamento dello scarico di fondo di queste "canalette" è stato realizzato un massetto in pendenza sul fondo a spessore variabile, con miscela cementizia contenente additivi idrofughi, per consentire lo scarico da monte (ovvero dall'imbocco lato est del sottopasso) fino a valle all'interno dei pozzetti. La pendenza dello scarico di fondo è uniforme e pari a circa 0,50%. Per quanto riguarda invece la canaletta a "U" prefabbricata pervista al centro della carreggiata, essendo di tipo prefabbricata e dovendo seguire la livelletta stradale è stato giocoforza necessario introdurre un nuovo pozzetto P3bis per raccogliere le acque provenienti dalla rampa D del "ricciolo" nel punto più basso della livelletta e realizzare un tubo di scarico che da



7. La realizzazione dei setti per l'esecuzione del monolite nella fase 0

questo pozzetto (nuovo P3 bis) scarica le acque verso la canaletta laterale sul lato Aosta del sottopasso. Il tratto di canaletta a "U" fra questo nuovo pozzetto (P3 bis) e il pozzetto P3 (di progetto) scarica verso il pozzetto P3 bis concorde come la pendenza della livelletta stradale di progetto.

Anche per quanto riguarda il tubo di adduzione dell'acqua di irrigazione di diametro $D = 600$ mm, come previsto in progetto da collocare sulla struttura del sottopasso sul lato Ovest, non sono state pensate sostanziali modifiche; sono state eliminate le due rientranze previste nel progetto approvato dell'andamento planimetrico del tubo e quindi il tubo ha lo stesso allineamento trasversale del sottopasso. Il tubo in esame è stato collocato in adiacenza allo spessore della soletta di copertura del sottopasso mediante mensole in acciaio solidarizzate alla soletta con tasselli di inghisaggio poste a interasse 2,00 m, su cui è stato appeso il tubo di irrigazione mediante collari di fissaggio (come già previsto in progetto).

I RACCORDI DELLE SCARPATE IN CORRISPONDENZA DEI MURI ANDATORI

I nuovi muri andatori sono stati previsti secondo l'andamento longitudinale del sottopasso (e quindi non più in senso trasversale come da progetto approvato) per cui anche il terreno a tergo di essi ha avuto una sistemazione planimetrica diversa rispetto al progetto originario.

È stata eseguita una sistemazione del terreno secondo due piani a pendenza 2:3 che si intersecano su una linea inclinata di compluvio su cui sono stati collocati elementi prefabbricati tipo embrici per la raccolta delle acque di scarpata; tali embrici convogliano le acque raccolte al piede delle scarpate in corrispondenza dei fossi trapezoidali a bordo strada sul lato Est e sulle canalette alla francese sul lato Ovest.

LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

In ottemperanza alle richieste della Committenza si sono assunte le seguenti classi di esposizione:

- solettone: XF4;
- ritti: XF4;
- setto: XF4;
- platea: XC3;
- cordoli di sostegno barriere di sicurezza H2 b.p.: XF4.

Ne conseguono le seguenti "condizioni ambientali" utili ai fini delle verifiche a fessurazione e i corrispondenti limiti di apertura delle fessure:

- solettone, ritti e setto: condizione "molto aggressiva" $w_1 = 0,2$ mm (per combinazione quasi permanente) e $w_1 = 0,2$ mm (per combinazione frequente);
- platea: condizione "ordinaria" $w_2 = 0,3$ mm (per combinazione quasi permanente) e $w_3 = 0,4$ mm (per combinazione frequente);
- acciaio da c.a.: acciaio tipo B450C : $f_{yk} = 450$ MPa;
- calcestruzzi: classe di resistenza C28/35: $R_{ck} = 35$ MPa e classe di resistenza C32/40: $R_{ck} = 40$ MPa.

Tutti i calcestruzzi sono stati forniti da Calcestruzzi SpA che ha messo a punto le miscele grazie alle proprie risorse tecnologiche. I due aspetti più sfidanti dal punto di vista tecnologico sono stati la costanza della reologia del calcestruzzo e l'omogeneità dei prodotti con aria aggiunta per soddisfare la classe di esposizione XF4. Minuscole microbolle disperse nella pasta cementizia permetteranno all'eventuale acqua presente nelle parti d'opera di espandersi senza causare sovrappressioni dirompenti, una sorta di microcamere di espansione che garantiscono maggior durabilità ai cicli di gelo e disgelo che può subire il manufatto. ■

⁽¹⁾ Direttore Tecnico di cantiere di Coop. Viridia

⁽²⁾ Direttore Tecnologie e Qualità di Calcestruzzi SpA



8. La realizzazione della soletta di copertura per l'esecuzione del monolite nella fase 0