

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
2.	<u>GEOMETRIA DELL'OPERA.....</u>	<u>3</u>
3.	<u>LA METODOLOGIA UCS.....</u>	<u>4</u>
3.1	LO SCUDO UCS.....	4
3.2	IL SISTEMA ANTITRASCINAMENTO.....	5
3.2.1	ALTEZZE DI RICOPRIMENTO	6
3.3	LA SPINTA.....	7
3.4	IL MONITORAGGIO	8
3.5	L'INTERFACCIA CON L'ESERCIZIO	10
3.6	SICUREZZA DURANTE IL VARO	10
3.6.1	MANTENIMENTO DELLA GEOMETRIA DI BINARIO	10
3.6.2	CONNESSIONE DELLO SCUDO AL MANUFATTO.....	10
3.6.3	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A.	11
3.6.4	IL SISTEMA DI SPINTA.....	11
3.6.5	PROCEDURE DI AVANZAMENTO PARTICOLARI.....	12
3.6.6	INTERRUZIONE DELLA SPINTA DURANTE L'ATTRAVERSAMENTO DEL BINARIO	13
4.	<u>FASI ESECUTIVE</u>	<u>14</u>
5.	<u>CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E GEOTECNICHE.....</u>	<u>16</u>
5.1	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE ED OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI	16
5.2	REGIME IDRAULICO SUPERFICIALE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'OPERA	16
5.3	ASSENZA DI ALTERAZIONE DEL REGIME DI FALDA.....	16

1. PREMESSA

L'intervento in questione si sviluppa interamente nel Comune di Melfi e rientra in un'iniziativa volta alla eliminazione dei quattro passaggi a livello presenti nell'ambito urbano (cfr Figura 1).

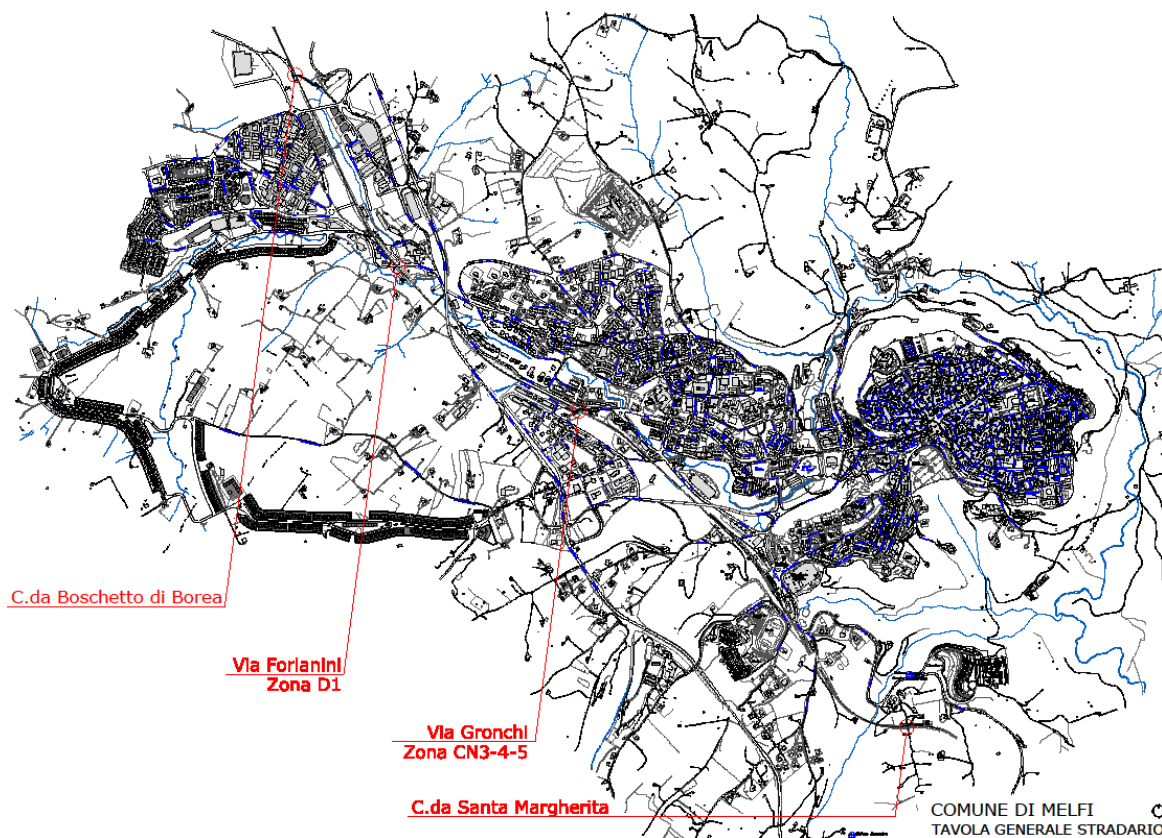


Figura 1: Planimetria generale dell'abitato con individuazione dei quattro passaggi a livello

Il progetto ha l'obiettivo di riordinare e riorganizzare l'intero sistema viario del territorio di riferimento per migliorare i livelli complessivi di qualità, di servizio e di sicurezza in funzione delle esigenze della mobilità e dello sviluppo a livello urbano. L'infrastruttura in oggetto, consentendo la chiusura di un ideale anello che racchiude l'intera area di PRG CN3-4-5, congiunge l'area di recente espansione con quella di prima espansione (zona valleverde).

All'interno di tale progetto, in corrispondenza di via Gronchi è presente uno dei quattro passaggi a livello che si intende elidere mediante la realizzazione di un sottopasso carrabile/pedonale. Per la realizzazione di tale sottoattraversamento si è previsto e progettato un "monolite a spinta".

2. GEOMETRIA DELL'OPERA

L'intersezione fra l'infrastruttura ferroviaria e la viabilità urbana avviene, attualmente, in un tratto in cui l'asse della viabilità urbana è in curva ed ha una sezione trasversale limitata. Per consentire la realizzazione di un sottopasso che possa garantire i giusti franchi dimensionali nonché il corretto dimensionamento dei rami di manovra, si è reso necessario traslare di circa 290 metri in direzione Foggia l'attraversamento della linea ferrata.

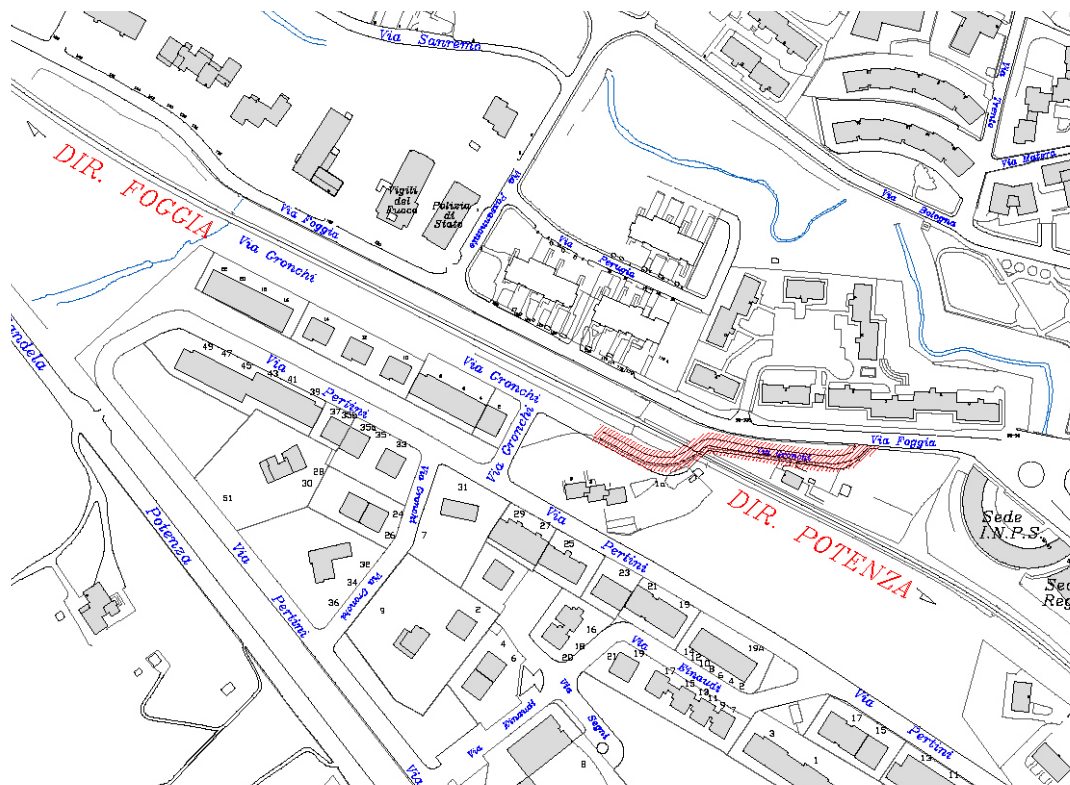


Figura 2: Passaggio a livello su via Gronchi

Con il presente progetto si intende adeguare l'attraversamento con una sezione stradale tipo "E" (rif. D.M. 5/11/2001 e s.m.i.).

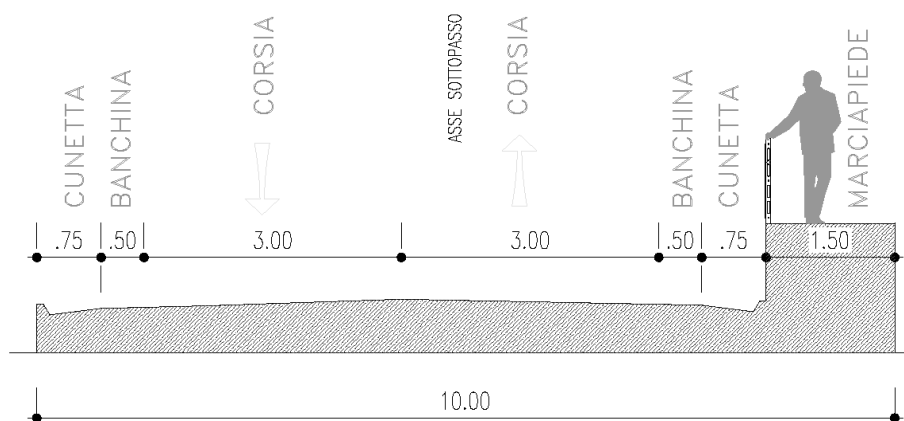


Figura 3: Sezione tipo con marciapiede rialzato

Il monolite ha una lunghezza complessiva pari a 11m circa (incluso il rostro per l'attacco dello scudo UCS) e dimensioni esterne di 11.80m x 7.00m, soletta di fondazione di spessore 130cm, soletta superiore di spessore 120cm e piedritti di spessore 90cm.

Una volta completata la spinta, si provvederà al completamento della sezione del rostro di testata con il getto in opera della fondazione e della parte inferiore dei piedritti.

3. LA METODOLOGIA UCS

Dal punto di vista esecutivo, per l'infissione dei monoliti, si è scelto di adottare il sistema denominato "Metodologia UCS", che consente la messa in opera, per avanzamento in "foro cieco", di sottoattraversamenti ferroviari in presenza di esercizio. Tale metodologia è già stata adottata in condizioni di notevole difficoltà, quali attraversamenti di stazioni, attraversamenti di binari con elevati spessori di ricoprimento, ma anche con bassissimi spessori di ricoprimento, attraversamenti di deviatori di ogni tipo, ecc.

Il sistema è fortemente innovativo e riduce sensibilmente le interferenze con il normale esercizio delle sedi attraversate nonché i tempi di esecuzione, con il vantaggio di non necessitare di alcun intervento propedeutico sui binari.

La metodologia UCS utilizza uno speciale "scudo" metallico montato frontalmente al "Rostro" del manufatto in c.a., che consente l'avanzamento in "foro cieco". Lo scudo, durante e per effetto dell'avanzamento, rilascia degli speciali "nastri antistrascinamento" che, ancorati a terra, trattengono tutto quanto viene progressivamente a trovarsi superiormente ai nastri stessi; eventuali perturbazioni del suolo sono perciò limitate ad una piccola zona di interferenza situata sulla verticale della punta dello scudo.

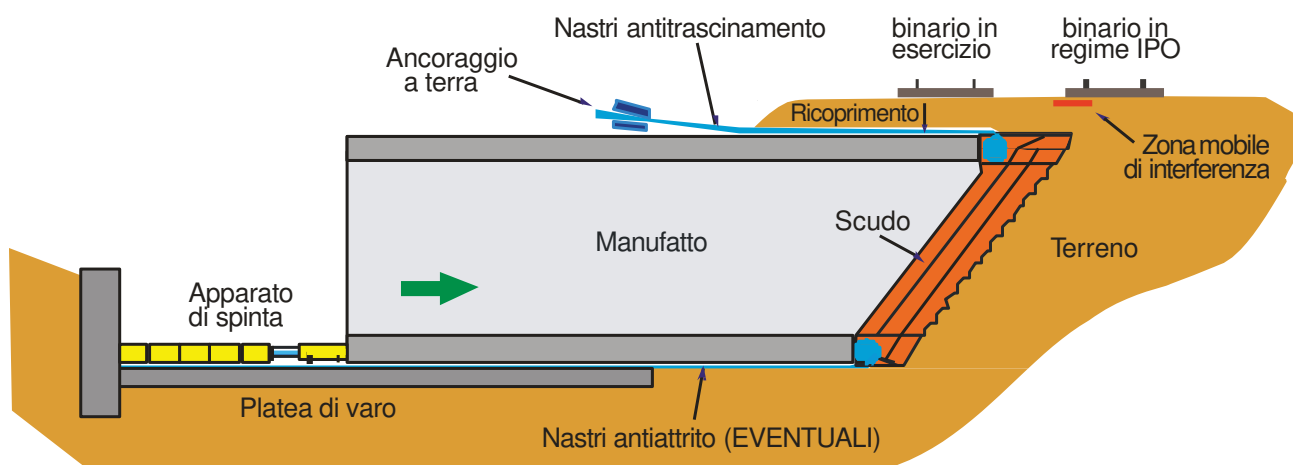


Figura 4: Funzionamento schematico della Metodologia UCS

3.1 LO SCUDO UCS

Lo scudo metallico, che ripete esattamente il perimetro frontale del manufatto su cui è installato, può essere montato sia prima sia dopo la costruzione dello stesso manufatto.

Esso é formato da quattro moduli angolari, due inferiori e due superiori, collegati da moduli di tipo lineare, inferiori, superiori e laterali, di lunghezza variabile, per poter realizzare qualunque sezione trasversale; i moduli sono giuntati fra loro tramite flange bullonate. La connessione al manufatto è ottenuta mediante barre filettate; il tagliente superiore dello scudo, nella parte che rimane a contatto con il terreno, è conformato in modo da ridurre le azioni di attrito e contrastare l'instaurarsi di sovrappressioni nel terreno stesso; il tagliente inferiore può essere di tipo fisso o ad assetto variabile, il che consente di limitare eventuali variazioni altimetriche del monolite durante l'avanzamento.

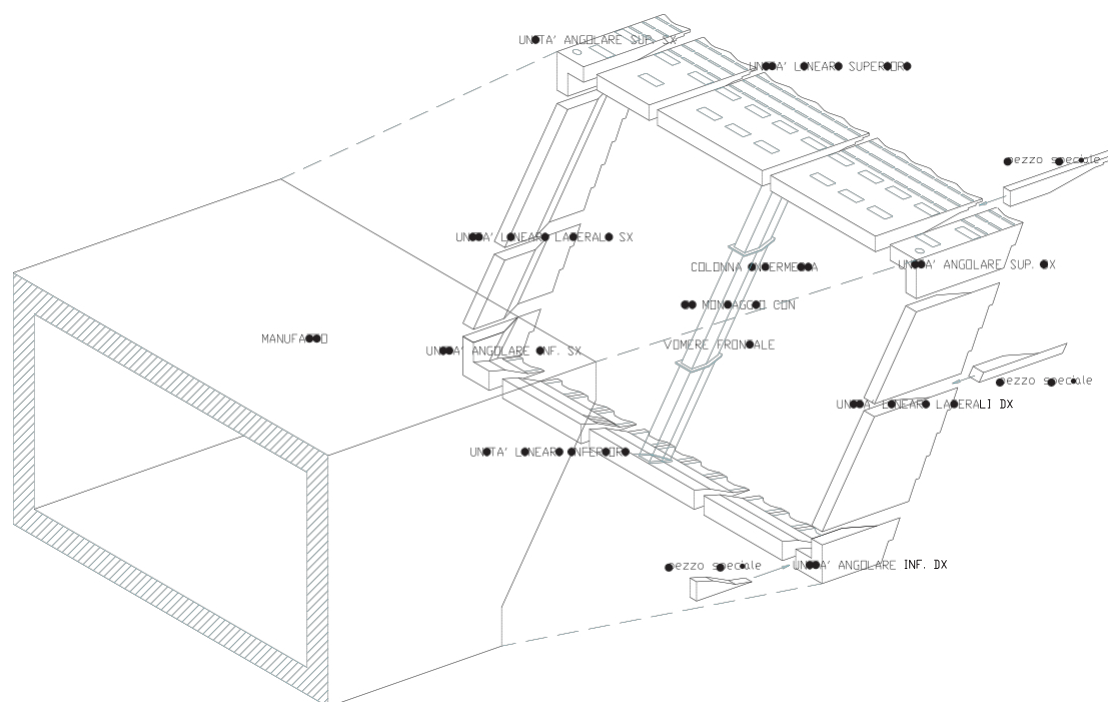


Figura 5: Composizione dello Scudo UCS

Per quanto riguarda i taglienti inferiori dello scudo, nel caso in cui il terreno da attraversare abbia caratteristiche scadenti, è consigliabile l'orientamento degli stessi verso l'alto. Infatti, in presenza di terreni inconsistenti e di natura plastica, si potrebbe verificare la saturazione dei vani di accesso allo scudo da parte del fango

che rifluisce attraverso la fessura inferiore dello scudo stesso durante l'avanzamento. Inoltre, l'orientamento verso l'alto dei taglienti contribuisce a diminuire l'abbassamento in punta del monolite.

3.2 IL SISTEMA ANTITRASCINAMENTO

All'interno dei moduli superiori dello scudo sono ricavati i vani portanastro destinati a contenere i dispositivi antitrascinamento; questi sono costituiti da lamierini in acciaio ad alta resistenza, di piccolo spessore (mm 0,19 - 0,25), avvolti in bobine posizionate all'interno di ciascun vano in numero variabile secondo le diverse esigenze.

Da ciascun vano fuoriesce quindi un fascio di n lamierini, detto anche "multi-nastro", di caratteristiche statiche equivalenti ad un lamierino virtuale di spessore pari a n volte lo spessore elementare; inoltre gli n lamierini possono avere lunghezze diverse ed è quindi possibile progettare caso per caso uno specifico multi-nastro a spessore variabile.

In particolari condizioni di attrito elevato tra il monolite e il terreno sovrastante, si potrebbe generare un sovraccarico del sistema antitrascinamento, con conseguente danneggiamento dei nastri, che potrebbero essere protetti con feltro in TNT o guaina. Per ridurre il carico verticale sui nastri antitrascinamento, si può anche impostare il monolite alla quota più alta possibile, lasciando al di sopra dell'estradosso solo lo spessore di massiciata o poco più. Inoltre, in prossimità delle fessure di uscita, i nastri devono essere sempre coperti da una coltre di terreno, o comunque essere protetti contro azioni trasversali.

3.2.1 ALTEZZE DI RICOPRIMENTO

Sui nastri antitrascinamento grava lo spessore di terreno che si trova superiormente al monolite; esso costituisce il principale parametro per il dimensionamento del multi-nastro e dato che quest'ultimo può essere costituito da più elementi, in pratica non vi sono limiti all'altezza di ricoprimento sostenibile; peraltro un ricoprimento elevato risulta addirittura vantaggioso in quanto si riducono le eventuali ripercussioni in superficie in termini di deformazioni.

In caso di ricoprimento minimo, tipicamente di circa 75 cm ma fino a 1,5 m, è possibile adottare la "procedura di avanzamento veloce", descritta nel par. 3.6.5.

3.3 LA SPINTA

La Metodologia UCS utilizza un proprio sistema integrato di spinta, appositamente progettato e realizzato per ridurre al minimo i tempi morti; il sistema è in grado di produrre avanzamenti a vuoto di alcuni metri/ora e, a regime, consente l'azione pressoché ininterrotta dei mezzi di scavo e di smarino, trovandosi quasi costantemente in ombra alle altre lavorazioni; in condizioni ordinarie e in assenza di inconvenienti di natura geologica o di grandi corpi estranei la velocità di avanzamento è di 80-100 cm/ora.

In alcuni casi potrebbe verificarsi il fenomeno dello stick-slip (avanzamento a scatti), tipico dei sistemi meccanici nei quali si applicano ad una massa sottoposta ad azioni di attrito delle forze elastiche. In pratica, durante uno step di spinta, al crescere della pressione dei martinetti e a monolite ancora fermo, la colonna di spessori di avanzamento in acciaio si comprime progressivamente, costituendo di fatto una molla, fino a che non viene vinta la forza di attrito statico; poiché l'attrito dinamico è generalmente inferiore, il monolite, una volta avviato, avanza bruscamente fino a che l'azione elastica della colonna di spinta, in rapida diminuzione per effetto della distensione, non eguaglia di nuovo le azioni di attrito e il ciclo ricomincia.

Si tratta di un fenomeno normale, funzione del tipo di terreno attraversato, dell'entità della spinta, della velocità di avanzamento ma soprattutto dell'elasticità della colonna di spinta; per limitare tale fenomeno occorre aumentare la rigidità della colonna, motivo per cui, superata una certa lunghezza, le prolunghie d'acciaio vengono normalmente sostituite da successivi getti in calcestruzzo. Ulteriori diminuzioni del fenomeno si possono avere alleggerendo il carico sovrastante il monolite, per mezzo dell'estensione del prescavo; utilizzano una lubrificazione supplementare dei nastri (grazie all'impiego di una pompa per l'alimentazione di grasso immediatamente alle spalle dello scudo) e, sia pure in misura minore, aumentando la velocità di spinta, ottenibile grazie all'impiego di un maggior numero di centraline e ad un diverso sistema di distribuzione dell'olio ai cilindri.

3.4 IL MONITORAGGIO

Durante la spinta viene effettuato il controllo in tempo reale dello stato deformativo di ciascun binario mediante apparecchiature inclinometriche montate su barre in

alluminio; sono monitorati la quota assoluta ed il dislivello fra le rotaie in un numero indefinito di sezioni di binario, normalmente con il passo di 3m tipicamente utilizzato per la valutazione dello sghebo.

Un inclinometro di alta precisione (1/1000 di grado) controlla le eventuali variazioni di inclinazione longitudinale del monolite durante la spinta e, dove ritenuto necessario, possono essere installati dei dinamometri per il controllo della tensione nei lamierini antitrascinamento.

Tutti i dati confluiscono ad una o più centraline di raccolta e sono trasferiti via radio ad una postazione in ambito di cantiere, dalla quale un operatore può controllare in tempo reale e contemporaneamente tutti i parametri del procedimento di varo; tutti gli operatori coinvolti sono in costante collegamento via radio.

Il sistema è intrinsecamente sicuro per gli operatori, non richiedendo la presenza di nessuno sulla piattaforma ferroviaria se non per le fasi di montaggio e smontaggio della strumentazione.

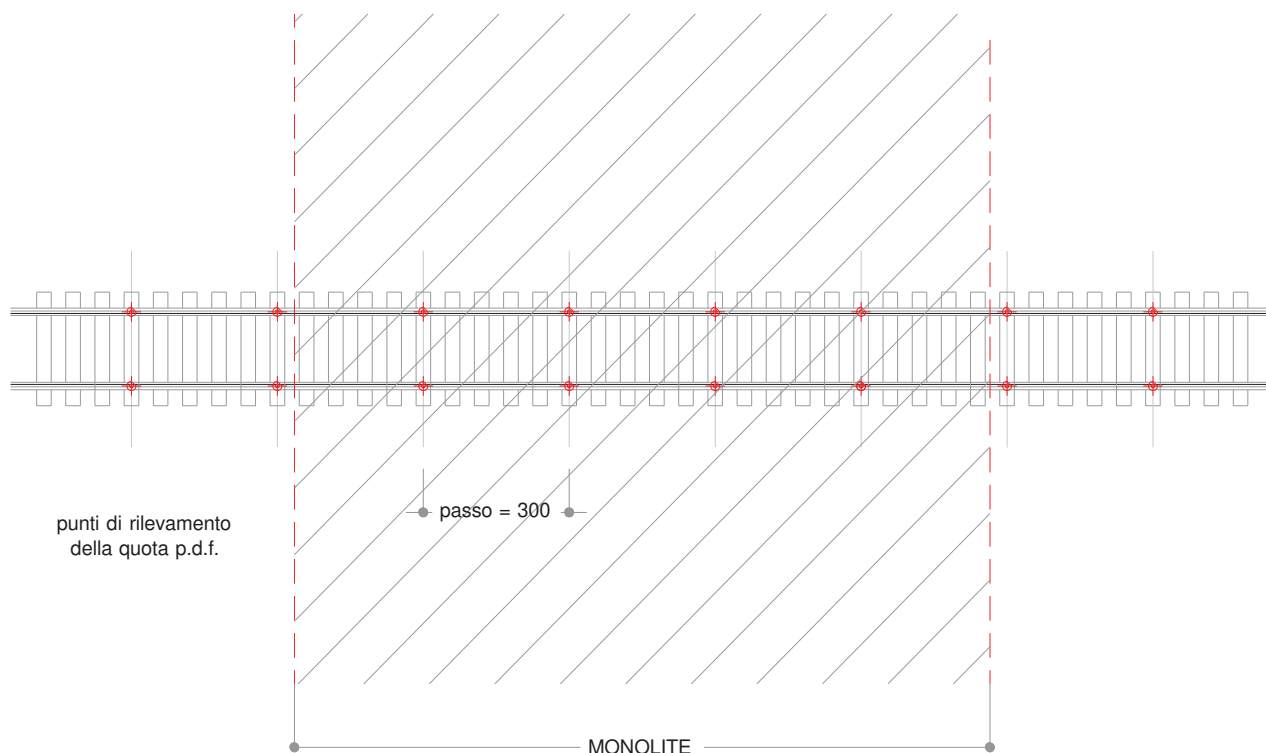


Figura 7: Schema di monitoraggio del binario

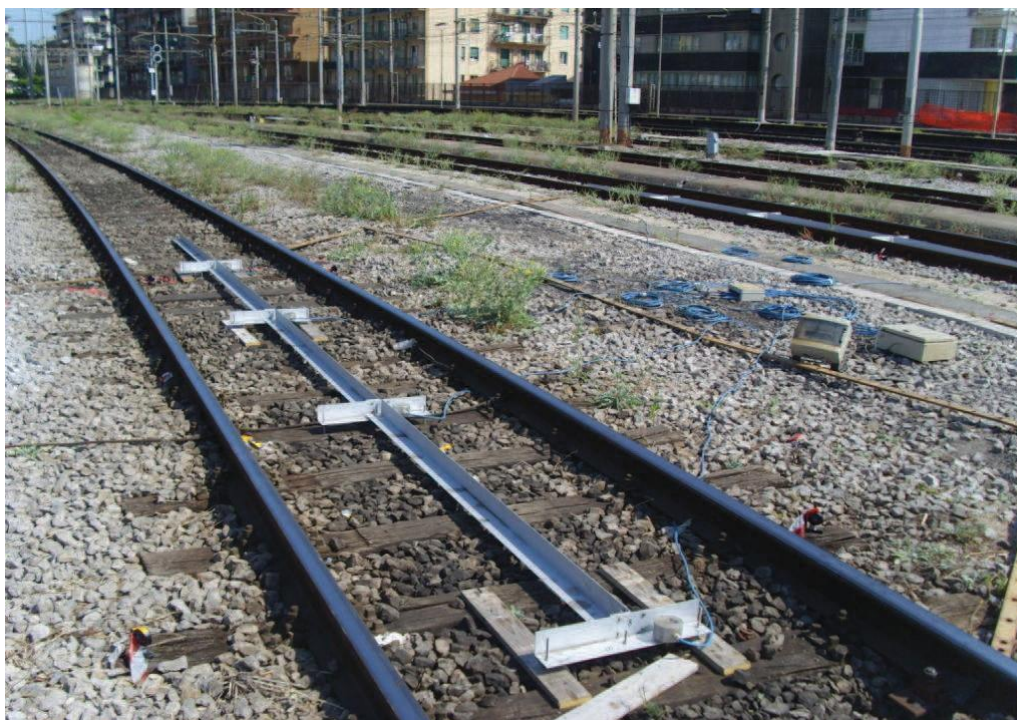


Figura 8: Binario attrezzato con l'apparecchiatura di monitoraggio

3.5 L'INTERFACCIA CON L'ESERCIZIO

Nell'attraversamento di ciascun binario si distinguono di norma tre fasi: la fase di avvicinamento, che avviene senza alcuna influenza sull'esercizio ferroviario e termina quando lo scudo raggiunge la zona di influenza del binario stesso; la fase di attraversamento, che avviene in regime di interruzione e che termina quando il tagliente superiore dello scudo esce dalla zona di influenza del binario; la fase di completamento, eseguita sotto normale esercizio con il binario monitorato ed interrompendo l'azione dei martinetti durante il transito dei treni; l'effettiva interferenza con l'esercizio è quindi limitata a poche ore ed all'unico binario al di sotto del quale sta concretamente transitando la punta dello scudo.

Negli attraversamenti di più binari la fase di completamento di un binario può coincidere con quella di avvicinamento del successivo.

Riguardo al valore massimo di velocità di transito consentita durante il varo non vi sono particolari limitazioni, tant'è che più volte il varo, pur eseguito con i vecchi rostri Istrice, è avvenuto mantenendo la velocità di linea; questo perché non sussiste alcun effettivo impedimento al transito di treni a qualunque velocità, sui binari già oltrepassati e monitorati, quando il carico insiste sullo scudo o sul manufatto.

3.6 SICUREZZA DURANTE IL VARO

6.6.1 MANTENIMENTO DELLA GEOMETRIA DI BINARIO

Premesso che durante la spinta i tratti di binario interessati sono adeguatamente strumentati e tenuti sotto controllo per prevenire deformazioni del binario oltre le tolleranze ammissibili, è sistematicamente prescritta dalle procedure proprie della Metodologia UCS la disponibilità, durante le operazioni di spinta, di un cantiere meccanizzato in grado di intervenire in ogni evenienza per garantire il mantenimento della corretta geometria di binario.

6.6.2 CONNESSIONE DELLO SCUDO AL MANUFATTO

La struttura dei moduli componenti lo scudo è calcolata con adeguato coefficiente di sicurezza, tenuto conto del fatto che si tratta di materiale destinato ad essere riutilizzato molte volte ed in molte condizioni operative; anche la bullonatura di giunzione fra moduli e la connessione scudo manufatto è ridondante per lo stesso motivo e precise prescrizioni sono imposte dalle procedure della Metodologia UCS riguardo alle armature di cui debbono essere provviste le zone del manufatto a diretto contatto con lo scudo.



Figura 9: Montaggio dello scudo

6.6.3 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A.

L'assenza di qualunque sostegno provvisorio del binario e le ridotte tolleranze richieste dall'esercizio ferroviario comportano un livello di precisione dimensionale

della platea di varo e del manufatto superiore a quello standard. Le Prescrizioni Esecutive proprie della Metodologia fissano tolleranze e grado di finitura; particolare attenzione deve essere posta alla platea di varo e all'estradosso del manufatto che debbono subire un trattamento di levigatura superficiale.

Nel caso in cui ci sia una differenza di quota tra i due lati dell'attraversamento, è possibile realizzare una platea di varo (e quindi anche il monolite) con assetto inclinato.

6.6.4 IL SISTEMA DI SPINTA

Il sistema di spinta è dimensionato tenendo conto della massima spinta raggiungibile (quella di ultimo spostamento) che si manifesta al termine della fase di completamento, quando l'attraversamento dei binari è ormai terminato. Questo comporta che per la quasi totalità del varo il sistema stesso risulti sovradimensionato e quindi poco sensibile ai guasti; eventuali rotture di valvole, tubi o guarnizioni dei martinetti non possono quindi produrre nessun inconveniente all'esercizio ferroviario. Ad ulteriore garanzia, il sistema di spinta viene sempre dimensionato in modo da disporre di una riserva di potenza non inferiore al 15% del valore massimo di progetto e dispone di un impianto fail-safe capace di operare anche con una sola centralina; un'officina mobile con ricambi è comunque sempre presente in cantiere.

6.6.5 PROCEDURE DI AVANZAMENTO PARTICOLARI

In caso di difficoltà dovute a fattori geologici o alla presenza di trovanti che dovessero interferire con il tagliente superiore dello scudo, oppure nel caso di minimo spessore di copertura o ancora di IPO "Interruzioni Programmate in Orario" di durata ridotta, si può adottare la "procedura di avanzamento veloce", modalità operativa tipica della Metodologia UCS, che consiste nelle seguenti operazioni:

- sbancamento del binario posto in regime di IPO, demolizione del trovante e del ballast,
- avanzamento veloce, scavando senza particolari precauzioni, fino ad oltrepassare il binario con i nastri antitrascinamento in vista,
- ricopertura dei nastri antitrascinamento svolti a vuoto mediante un feltro geosintetico per evitare danneggiamenti e improntature dei lamierini da parte del pietrisco,

- ripristino della massicciata e restituzione del binario al normale esercizio.

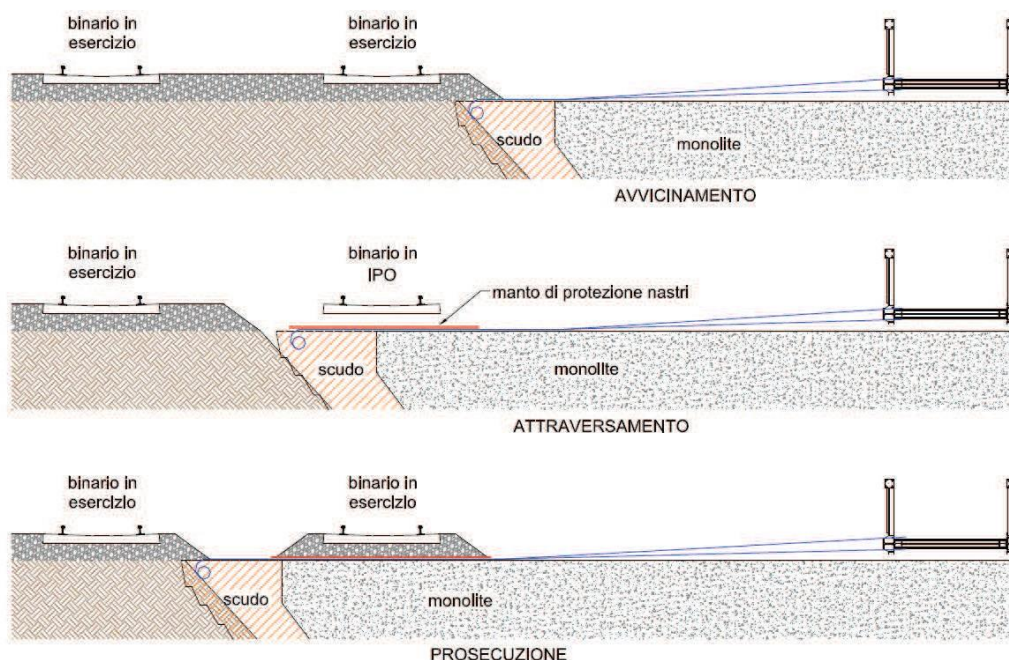


Figura 10: Procedura di avanzamento veloce

6.6.6 INTERRUZIONE DELLA SPINTA DURANTE L'ATTRAVERSAMENTO DEL BINARIO

Qualora, per motivi di eccezionale gravità (grossi trovanti non rilevati dalle indagini, calamità naturali, guasti disastrosi delle macchine di scavo), si rendesse necessario arrestare la spinta durante la fase di attraversamento di un binario, quindi con il tagliente superiore del monolite parzialmente nella zona di influenza del binario stesso, il binario verrà restituito all'esercizio dopo aver infisso profondamente i taglienti nel terreno e posto il fronte di scavo in condizioni di sicurezza rimodellandolo con pendenza adeguata e, in previsione di pausa prolungata, consolidando il fronte stesso con spritz-beton e rete elettrosaldata.



Figura 11: Messa in sicurezza e protezione del fronte di scavo per una pausa lunga

Il tagliante superiore dello scudo è calcolato infatti per resistere al carico ferroviario secondo un modello a mensola. Nel caso di soste molto prolungate è possibile porre in opera protezioni del fronte di scavo ancora più importanti come infilaggi in vetroresina o altro.

4. FASI ESECUTIVE

Il procedimento di realizzazione seguirà le seguenti fasi:

- realizzazione dei pali di sostegno e scavo della vasca di spinta;
- realizzazione della struttura reggispinga al fondo della vasca di spinta;
- getto della platea di varo;
- esecuzione del monolite (sulla platea di varo) e successiva infissione;
- esecuzione delle opere di completamento e finitura.

Per ogni monolite, successivamente all'infissione, verrà smontato lo scudo di carpenteria metallica e realizzato un getto di completamento sotto all'avanbecco.

La spinta effettuata con il Metodo UCS prevede la successione di tre fasi specifiche:

- 1) Spinta di avvicinamento: il monolite viene portato dalla posizione di costruzione fino alla zona di influenza del binario senza alcuna influenza sul normale esercizio;
- 2) Spinta di attraversamento: istituito un regime di interruzione IPO, il monolite viene spinto fino ad oltrepassare completamente il binario; dopodiché viene ripristinato il normale esercizio;
- 3) Spinta di completamento: con il binario in normale esercizio, la spinta prosegue fino a che il monolite non abbia raggiunto la posizione finale.

Considerando che tale metodologia non richiede alcun sostegno propedeutico del binario, risulta che l'effettiva interferenza con la linea Ferroviaria sarà praticamente limitata al solo tempo occorrente alle tre spinte di attraversamento.

La durata delle fasi è ben individuata; difatti l'interferenza con l'operatività della linea ferroviaria ha una durata di sole 4 ore in regime IPO e otto ore in regime di velocità ridotta. Durante la fase di completamento infatti non vi saranno interferenze con la linea in quanto, al passaggio dei treni, sarà bloccata l'azione dei martinetti.

Tutte le fasi e la metodologia di varo del monolite saranno descritte in modo completo e dettagliato negli elaborati grafici.

5. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E GEOTECNICHE

Il procedimento di realizzazione seguirà le seguenti fasi:

- realizzazione dei pali di sostegno e scavo della vasca di spinta;
- realizzazione della struttura reggispinga al fondo della vasca di spinta;
- getto della platea di varo;
- esecuzione del monolite (sulla platea di varo) e successiva infissione;
- esecuzione delle opere di completamento e finitura.

Per ogni monolite, successivamente all'infissione, verrà smontato lo scudo di carpenteria metallica e realizzato un getto di completamento sotto all'avanbecco.

La spinta effettuata con il Metodo UCS prevede la successione di tre fasi specifiche:

- 4) Spinta di avvicinamento: il monolite viene portato dalla posizione di costruzione fino alla zona di influenza del binario senza alcuna influenza sul normale esercizio;
- 5) Spinta di attraversamento: istituito un regime di interruzione IPO, il monolite viene spinto fino ad oltrepassare completamente il binario; dopodiché viene ripristinato il normale esercizio;
- 6) Spinta di completamento: con il binario in normale esercizio, la spinta prosegue fino a che il monolite non abbia raggiunto la posizione finale.

Considerando che tale metodologia non richiede alcun sostegno propedeutico del binario, risulta che l'effettiva interferenza con la linea Ferroviaria sarà praticamente limitata al solo tempo occorrente alle tre spinte di attraversamento.

La durata delle fasi è ben individuata; difatti l'interferenza con l'operatività della linea ferroviaria ha una durata di sole 4 ore in regime IPO e otto ore in regime di velocità ridotta. Durante la fase di completamento infatti non vi saranno interferenze con la linea in quanto, al passaggio dei treni, sarà bloccata l'azione dei martinetti.

Tutte le fasi e la metodologia di varo del monolite saranno descritte in modo completo e dettagliato negli elaborati grafici.

6. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E GEOTECNICHE

6.1 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE ED OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI

L'intero attraversamento ferroviario è ubicato in una zona caratterizzata dalla

presenza di tufiti alterate, da ghiaie grossolane con matrice sabbiosa limosa talora abbondante.

Come opere di sostegno propedeutiche all'infissione del monolite, sono stati progettati dei diaframmi esterni all'impronta degli scatolari e paralleli all'asse stradale, allo scopo di sostenere la porzione del rilevato ferroviario che, in loro assenza, verrebbe maggiormente sollecitata dall'infissione dei manufatti.

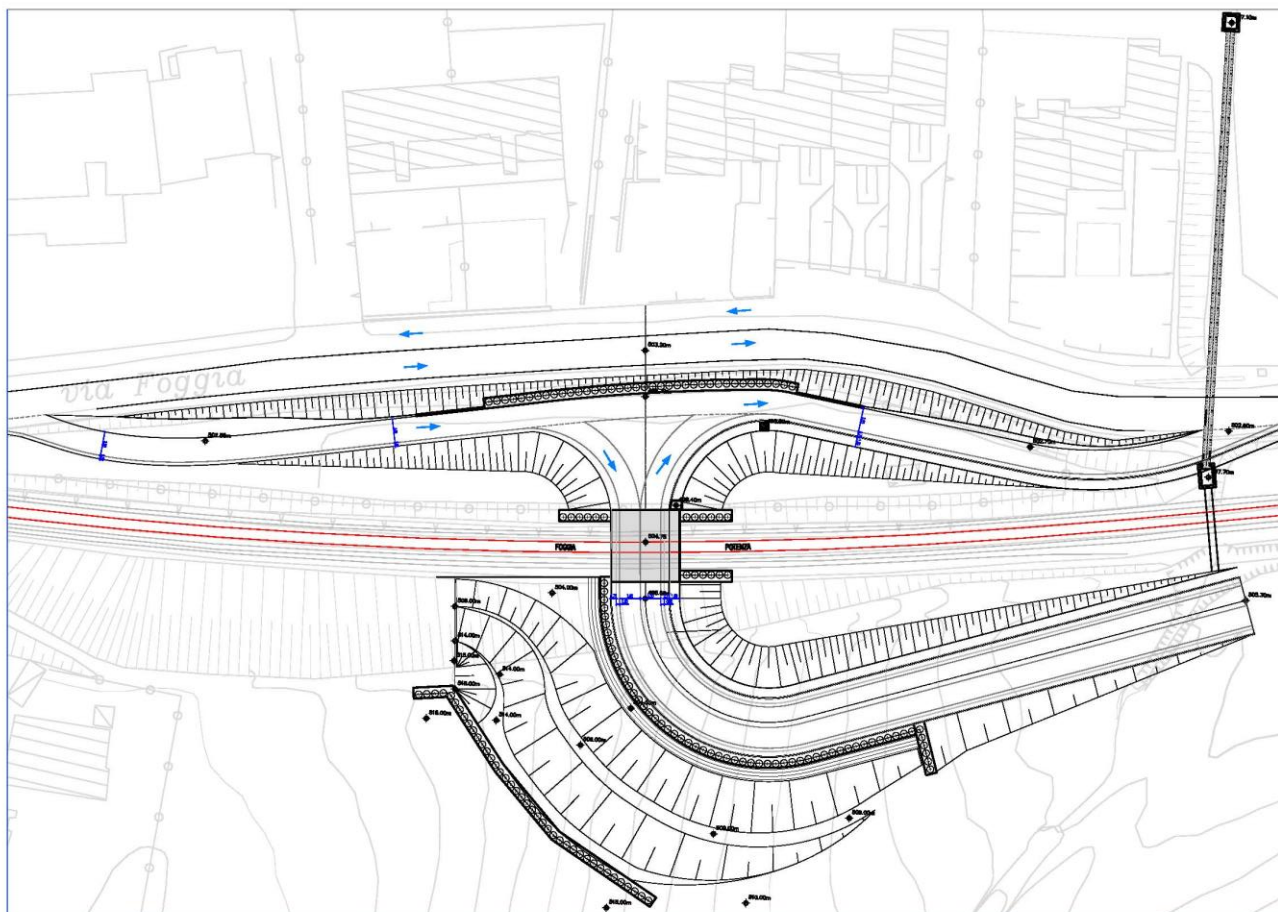


Figura 12: Planimetria con individuazione dei pali

Le scarpate provvisorie della ferrovia, verranno profilate con pendenza 1 su 1 e protette, secondo la necessità, con uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldata. Su di essa si interterà lo scudo di ciascun monolite all'inizio della relativa infissione e successivo scavo.

6.2 REGIME IDRAULICO SUPERFICIALE ED IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'OPERA

L'attraversamento progettato non interferisce con corsi d'acqua esistenti ed il

trattamento e smaltimento delle acque superficiali e di piattaforma rientrano nel più ampio sistema territoriale, che, fra l'altro, garantisce un opportuno trattamento delle acque di prima pioggia.

Per l'impermeabilizzazione dell'opera, che si troverà comunque sempre al di sopra della falda, è stato previsto l'impiego di cemento osmotico.

6.3 ASSENZA DI ALTERAZIONE DEL REGIME DI FALDA

Il monolite, progettato per il sottopassaggio della linea ferroviaria Potenza-Foggia, non interferisce e non altera il regime di falda della zona.