

Paper n° 27
Realizzazione di un MT particolarmente complesso mediante l'utilizzo di una nuova macchina

Steano Amenta⁽¹⁾, Cesare Bianchi⁽¹⁾
¹ Snam Rete Gas

1. INTRODUZIONE

Il progetto del "Rif. Metanodotto Recanati-Chieti, tratto San Benedetto del Tronto-Chieti", prevedeva l'attraversamento della dorsale collinare di località Pianacce, nel territorio comunale di Silvi in provincia di Teramo.

L'attraversamento è stato progettato mediante tecnica esecutiva di posa trenchless, consistente nella realizzazione di un microtunnel.

La configurazione geometrica dell'attraversamento è stata definita sulla base delle caratteristiche topografiche, geologiche e geomorfologiche dell'area.

Difatti, l'attraversamento della dorsale si sviluppa con direzione circa N-S (in senso gas) andando dal fondovalle del Fosso Concio, ai piedi del versante settentrionale, fino a giungere in sinistra idrografica al Fosso del Gallo, lungo il versante meridionale (Fig. 1). Si configura così un tunnel di lunghezza circa 1398 m, con una curva elastica orizzontale di circa 1350m e una verticale di circa 7800 m.

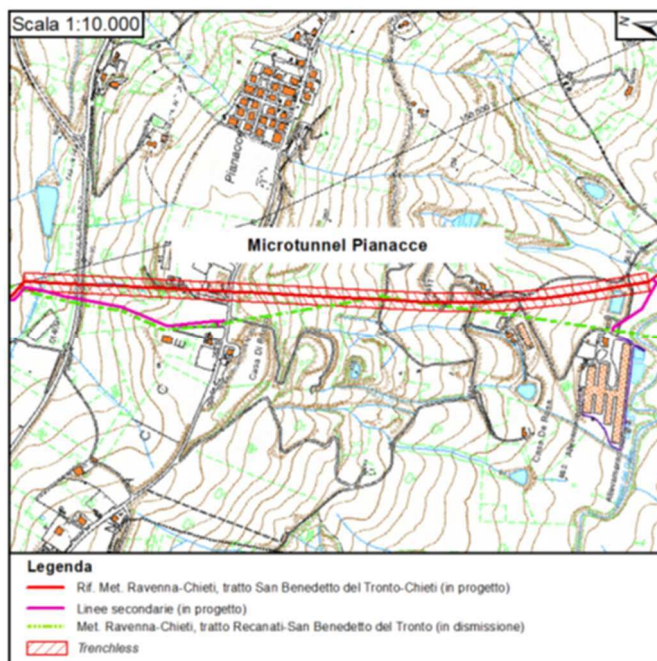


Figura 1. Attraversamento dorsale collinare "Pianacce" (in rosso il tracciato di progetto)

Dalla consultazione della Carta Geologica, l'attraversamento si sviluppa quasi esclusivamente all'interno delle sequenze stratigrafiche silicoclastiche Plio-Pleistoceniche a giacitura sub orizzontale (Fig. 2). In particolare, nel primo tratto vengono attraversate le associazioni sabbioso-pelitiche, sabbioso conglomeratiche e argilloso conglomeratiche appartenenti rispettivamente alla Formazione di Mutignano (FMTb e FMTc) e alla Formazione delle Argille e Conglomerati di Ripa Teatina (RPT).

Le postazioni di spinta e recupero si sviluppano all'interno di depositi eluvio-colluviali (ec) e da depositi alluvionali attuali (ba).

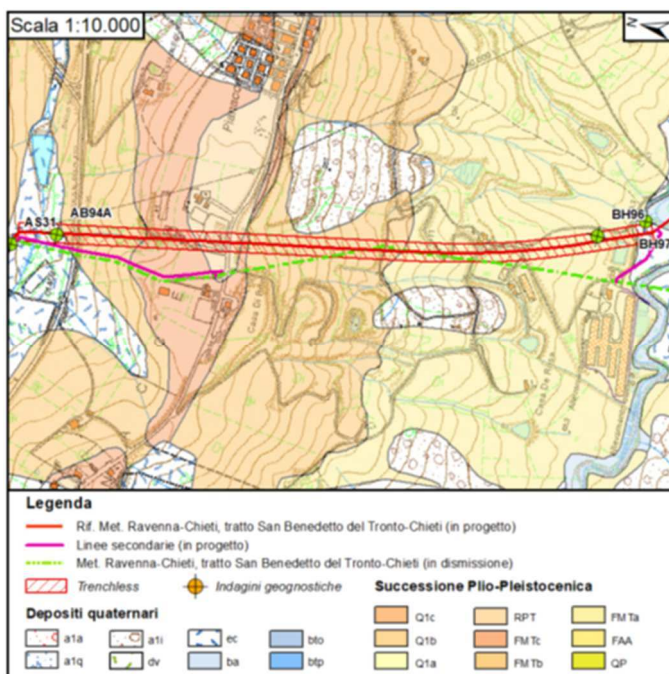


Figura 2. Estratto Carta Geologica con ubicazione indagini preliminari

2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI TRIVELLAZIONE

Per la fattibilità dell'opera, l'attraversamento è stato caratterizzato dal punto di vista litostratigrafico mediante la realizzazione di una campagna geognostica di indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo) tramite l'esecuzione di:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino a profondità comprese tra 10-25 m dal p.c. locale (AB94A, BH96, BH97);
- esecuzione prove SPT;
- prelievo campioni indisturbati e rimaneggiati per le analisi di laboratorio.

La stratigrafia del sondaggio AB94A, ubicato in corrispondenza della postazione di recupero, è rappresentata generalmente da limo argilloso debolmente sabbioso, molto consistente. Si evidenzia la presenza di rari inclusi ghiaiosi e di noduli concrezionati entro i primi 7 m.

La stratigrafia del sondaggio BH96, ubicato lungo l'asse dell'attraversamento, è rappresentata da limo sabbioso debolmente argilloso, molto consistente con abbondanti noduli calcici. Al di sotto si rinviene del limo argilloso, molto consistente passante ad argilla limosa e limo argilloso di colore grigio, da molto consistente a duro, persistente fino a fondo foro (25 m).

La stratigrafia del sondaggio BH97, ubicato in corrispondenza della postazione di spinta, è rappresentata nei primi 6 m da del limo sabbioso argilloso con inclusi ghiaiosi; al di sotto è presente del limo sabbioso e della sabbia limosa mediamente consistente passante a ghiaia calcarea in matrice limoso-sabbiosa con spessore di circa 3.3 m. A circa 12.5 m di profondità si rinviene del limo argilloso e della argilla limosa di colore grigio, da molto consistente a dura, persistente fino a fondo foro.

I risultati delle indagini indicano che la maggior parte dell'opera si svilupperà quasi esclusivamente all'interno delle formazioni limoso argillose e limoso sabbiose, consistenti, con probabili intercalazioni di livelli sabbiosi (Fig. 3). Si evidenzia la presenza di probabili intercalazioni ghiaiose in prossimità della postazione di spinta ubicata lungo il fondovalle del Fosso del Gallo.

A titolo d'esempio non esaustivo, in Tab. 2 si riportano i principali valori geotecnici derivati delle analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo (Tab. 1).

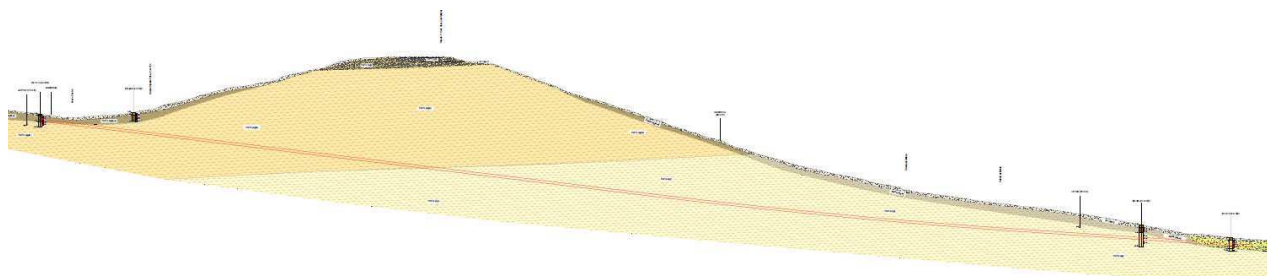


Figura 3. Sezione geologica con indicato il profilo del Microtunnel Pianacce

Tabella 1. Sondaggi a carotaggio continuo

Sigla	Profondità Falda (dal piano campagna)*	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove SPT
AB94A	-2.9m	5	-	-
BH96	-	6	-	-
BH97	-	4	1	1

(*) Misura della profondità effettuata in sede di indagine.

Tabella 2. Principali prove di laboratorio geotecnico

Sigla campione	Profondità (m)		γ (kN/m ³)	Limiti di Atterberg (%)			Classifica USCS	qu (kPa)
	da	a		LL	LP	IC		
AB94A								
CI1	1.55	2.0	20.4	40.7	21.5	1.01	CL	161
CI2	3.2	3.6	20.2	44.0	22.4	0.96	CL	127.5
CI3	5.55	5.9	20.3	47.2	26.3	1.06	CL	208
CI4	7.1	7.5	20.5	48.8	22.3	1.18	CL	273
CI5	9.5	10.0	20.3	48.5	24.7	1.05	CL	189.5
BH96								
CI1	3.2	3.7	20.9	46.0	23.3	1.10	CL	196
CI2	5.2	5.8	20.8	48.2	26.3	1.07	CL	198
CI3	7.3	7.7	19.8	51.9	28.8	1.01	CH	151
CI4	12.0	12.5	20.6	45.3	23.7	1.04	CL	201.5
CI5	15.0	15.5	20.5	42.9	20.3	1.06	CL	177
CI6	20.0	20.5	20.0	47.2	24.4	0.95	CL	166.5
BH97								
CI1	3.3	3.8	19.9	45.7	25.9	0.96	CL	117
CI2	5.2	5.7	18.6	38.6	18.0	0.84	CL	75
CI3	7.0	7.7	19.9	39.4	18.8	0.88	CL	52
CR1	10.3		-	ND	NP	-	GW-GM	-
CI5	14.5	15.0	19.5	51.5	26.8	0.85	CH	84.5

3. CENNI SULLA FALDA ACQUIFERA E SULLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI DI TRIVELLAZIONE

Nel corso della campagna geognostica è stata rilevata la presenza della falda solamente nel sondaggio AB94A a circa - 2.9 m di profondità dal p.c. locale (Tab.1).

Le litologie osservate lungo lo sviluppo sotterraneo dell'opera evidenziano dei terreni generalmente limoso argillosi e limoso sabbiosi, passanti più in profondità ad argilla compatta con limo di colore grigio.

Tali associazioni litologiche possono essere attribuite ad un complesso idrogeologico generalmente poco permeabile (aquitardo-aquiclude); tuttavia, non poteva essere esclusa la presenza di una falda o di localizzate venute idriche lungo il profilo di attraversamento legata alla presenza di intervalli a maggiore permeabilità (orizzonti sabbiosi e ghiaiosi). Inoltre, è stata evidenziata la presenza di terreni altamente permeabili localizzati in corrispondenza della postazione di spinta/recupero, in prossimità del Fosso del Gallo. Quindi, non poteva essere esclusa la presenza di una falda persistente, soprattutto qualora i lavori dovessero avvenire durante la stagione umida.

4. INTERFERENZA CON AREE IN DISSESTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Lungo il versante meridionale del rilievo Pianacce, l'attraversamento interferisce planimetricamente con un'area PAI censita dall'AdB dell'Abruzzo e identificata con il codice 13722 (P2 - Pericolosità elevata) (Fig. 4). Essa rappresenta un importante movimento franoso catalogato come corpo di frana di scorrimento rotazionale con stato di attività quiescente. La frana, caratterizzata da una forma vagamente trapezoidale, presenta una lunghezza di circa 850 m e larghezza di 450 m circa. Il versante, con pendenza media del 21% e profilo superficiale piuttosto regolare, discende verso il Fosso del Gallo, dove il dissesto censito assume un andamento sub-orizzontale evidenziando la possibile zona di accumulo.

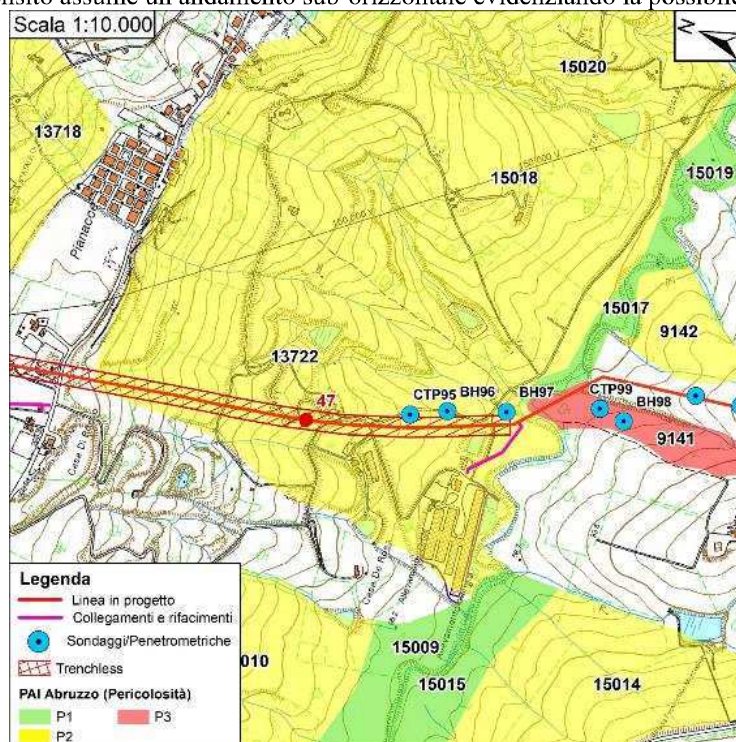


Figura 4. Estratto Carta Geomorfologica con rappresentazione della Pericolosità Geomorfologica da frana censita dall'Autorità di Bacino (Piano Assetto Idrogeologico -PAI)

Dall'esame delle sezioni stratigrafiche schematiche dell'attraversamento "Pianacce", il MT nel tratto di interferenza si trova a profondità comprese tra circa -100 m nella zona di coronamento e circa -3 m dal p.c. nella zona di fondovalle in prossimità del Fosso del Gallo. L'opera attraversa quasi interamente la formazione integra, ad una profondità tale da non interferire con la coltre in potenziale dissesto, ad eccezione dell'area di fondovalle caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante, dove attraversa parte della formazione alterata e della coltre di copertura.

Pertanto, ai fini della compatibilità geomorfologica tra l'intervento proposto e i dissesti presenti, nonché di verificare con maggiore dettaglio la sicurezza dell'opera, si è deciso di condurre un'analisi numerica della stabilità del versante interessato, analisi condotta nelle sole condizioni più gravose, ossia condizioni sismiche (sisma orizzontale e verticale) e falda a piano campagna.

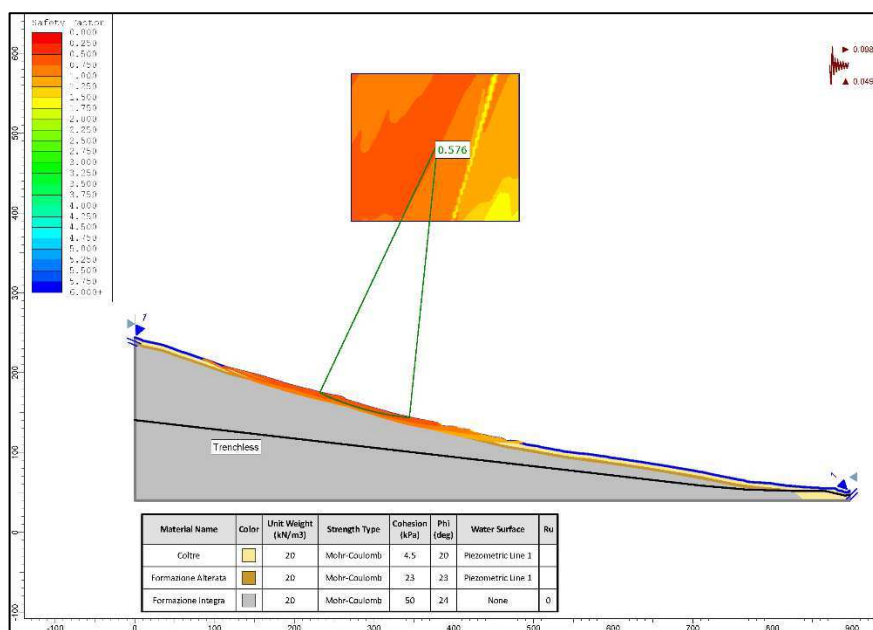


Figura 5. Verifica di stabilità del versante meridionale con indicazioni delle potenziali superfici di scivolamento

Nell'analisi di stabilità condotta si sono evidenziate tutte le possibili superfici di scorrimento caratterizzate da un fattore di sicurezza (FS) minore di 1.10 (Fig. 5). In particolare, si osserva come l'area di fondovalle, con morfologia sub-pianeggiante, non venga interessata dal potenziale dissesto.

Con l'intervento in progetto, considerata la natura dei lavori, sarà evitata ogni interferenza con le aree in dissesto e non si apporteranno, quindi, alterazioni alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche dell'area.

5. CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO GRISÙ DEI TERRENI DI SCAVO

L'attraversamento della dorsale collinare di Pianacce è previsto in sotterraneo con metodologia Microtunnel. Lo scavo del tunnel sarà realizzato a sezione piena con una TBM avente diametro interno di circa 2.4 metri, rivestito con tubi di cemento armato prefabbricati.

A completamento dell'opera, il tunnel sarà intasato con miscele cementizie autolivellanti.

Il profilo di scavo si sviluppa con geometria curvilinea plano-altimetrica, per una lunghezza di circa 1398m, da un pozzo di lancio fino ad un pozzo di arrivo, con una profondità massima di circa -126 m dal piano campagna raggiunta in corrispondenza del tratto centrale dell'attraversamento.

In accordo ai dati stratigrafici ottenuti dalle indagini dirette e dai dati geologici di bibliografia disponibili, il profilo di scavo si sviluppa prevalentemente nelle sequenze limo argillose e limo sabbiose molto consistenti, con probabili intercalazioni di livelli sabbiosi o conglomeratici.

Nell'area interessata dagli scavi non sono documentate evidenze di manifestazioni gassose superficiali e non sono presenti campi gas produttivi, anche se questa porzione del territorio abruzzese attualmente rientra in una zona in cui è stata emesso un permesso per la ricerca di idrocarburi (fonte: MISE-UNMIG).

Le indagini geognostiche eseguite durante la fase di fattibilità in prossimità dell'attraversamento sono state spinte fino ad una profondità di circa -25m dal p.c., caratterizzando in modo diretto solo le formazioni presenti nella porzione sommitale della dorsale; difatti, durante l'esecuzione della campagna geognostica e nell'immediato, non sono state evidenziate emissioni gassose nei fori di sondaggio.

Sulla base dei dati bibliografici e delle indagini geognostiche disponibili, è stata valutata una bassa probabilità dell'interferenza del profilo del tunnel con rilevanti strutture geologiche favorevoli all'accumulo di significativi volumi

di gas (es: rocce serbatoio) o con strutture tettoniche (es: faglie profonde), che possano costituire delle principali vie di comunicazione idraulica tra eventuali serbatoi gassosi e le aree di lavoro.

I terreni di scavo presentano in generale una permeabilità ai gas e ai liquidi mediamente bassa, che può variare lungo il profilo in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali. La falda acquifera è probabilmente assente o limitata a strati o intercalazioni costituiti da terreni più grossolani a maggior permeabilità (livelli sabbiosi o conglomeratici). In generale, la probabilità di emissioni gassose provenienti dalla dissoluzione di gas disciolto nell'acqua di falda intercettata in fase di avanzamento dei lavori è ritenuta poco probabile.

Considerando l'assenza di manifestazioni gassose naturali in superficie documentate nella zona di interesse e il generale contesto geologico – idrogeologico del rilievo in esame, è stata valutata una bassa probabilità, anche se non può essere escluso con assoluta certezza, che in fase di avanzamento degli scavi si possano creare atmosfere esplosive nel tunnel.

Con riferimento alla classificazione del rischio di esecuzione di scavi in sotterraneo in terreni potenzialmente grisutosi riportata nella normativa di settore (D.R. della Regione Marche N.18/SPU del 06/09/2013), è stato attribuito allo scavo in sotterraneo in oggetto la Classe 1b.

6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'ATTRAVERSAMENTO

Comuni interessati	Silvi (TE)
Tipologia attraversamento	Attraversamento collinare (versante in frana) e stradale
Diametro interno minimo	2.400 mm
Diametro esterno	3.000 mm
Lunghezza	1.398 m
Tracciato planimetrico	Curvilineo R=1.350 m
Tracciato altimetrico	Curvilineo R=7.800 m
Massimo dislivello	144 m
Range copertura	6÷126 m

L'attraversamento è caratterizzato dalle seguenti elementi che generano elevate criticità esecutive:

- un significativo dislivello altimetrico di oltre 140m tra la postazione di partenza e quella di arrivo;
- elevate coperture;
- terreni coesivi prevalenti;
- terreni incoerenti iniziali e finali;
- curvatura nel piano orizzontale.

Il progetto prevedeva che per l'attraversamento in oggetto venga predisposto il cosiddetto "push-module", da utilizzarsi come emergenza, in caso di blocco della perforazione.

Sulla base degli elementi sopra evidenziati le problematiche esecutive sono essenzialmente:

- Probabili fuoriuscite incontrollabili di bentonite nel tratto iniziale, per la presenza di possibili intercalazioni ghiaiose in prossimità del pozzo di spinta;
- Difficoltà a mantenere la stabilità del sovrascavo per movimenti incontrollati e refluenti della bentonite di lubrificazione soprattutto nella seconda parte dell'attraversamento con pendenze elevate, ovvero maggiori del 10% -15%;
- In conseguenza a quanto indicato al punto precedente, ovvero la difficoltà a mantenere la stabilità del sovrascavo, il rischio di blocco dell'avanzamento sarà quindi probabile
- Scivolamenti di porzioni di conci durante la fase di collegamento dei tubi e/o uso delle stazioni di spinta intermedia, con smaschiamento giunto/i e possibili fuoriuscite delle guarnizioni di tenuta (ingresso bentonite nel tunnel);
- L'elevato dislivello tra partenza ed arrivo comporta difficoltà a gestire correttamente il sistema di smarino idraulico ovvero del sistema delle pompe di mandata e ritorno; ciò implica uno smarinaggio irregolare e parziale con conseguente effetto di incuneamento della TBM, per insufficiente asportazione del terreno. Ci sarà quindi un aumento degli attriti, che anticiperà le condizioni di blocco dell'avanzamento;
- Rotazione della colonna di conci (tubi) nel tratto con curvatura orizzontale con difficoltà operative.

La tecnica di avanzamento del segmental lining, diversamente dal sistema di avanzamento a conci mediante pipe jacking, prevede per il suo funzionamento la presenza di una squadra di scavo che opera all'interno della galleria ed in particolare in corrispondenza della macchina nella zona adibita al montaggio dell'anello di conci ed al prolungamento dei servizi della galleria (linee smarino, cavi di alimentazione, ecc...). Il personale all'interno dello spazio confinato permane per l'intera durata del turno lavorativo, non solo per il periodo limitato alle manutenzioni o ai controlli topografici come nel caso del pipe jacking, ma le attività che svolge sono funzionali all'avanzamento dello scavo della TBM. L'accesso del

personale all'interno della TBM avviene tramite apposito veicolo dotato di elemento dedicato al trasporto del personale nel tunnel, pertanto le lavorazioni in sotterraneo sono limitate all'area in cui la TBM opera (zona in prossimità del fronte di avanzamento).

7. LA NUOVA MACCHINA: M.T.M. 3T. MICRO TUNNEL MACHINE TRIPLE THRUST)

Viste le sezioni di progetto (diametro interno minimo di 2400 mm, diametro esterno di 3000 mm), il subappaltatore dell'attraversamento ha studiato e progettato una nuova macchina al fine di consentire:

- l'inserimento di una camera di sicurezza installata a bordo della macchina stessa accessibile dal personale ivi operante. La camera è allocata all'interno di n.2 gusci metallici: uno contenente le "batterie" per il funzionamento della camera e l'altro contenente il personale in caso di emergenza;
- un sistema di trasporto per personale e attrezzature in corrispondenza delle zone di lavoro, capace di affrontare le pendenze importanti in progetto (pari al 13% ma potenzialmente dimensionato per affrontare pendenze del 25-30%).

Il sistema proposto dall'impresa si compone pertanto dei seguenti elementi principali:

- Macchina da microtunnel standard (AVN2000 dotata di extension kit per raggiungere il diametro di scavo di progetto, ovvero diametro di poco superiore ai 3.000 mm). Il diametro interno dei tubi a spinta è di 2.500 mm, compatibile con il diametro interno minimo richiesto (2400 mm);
- Centralina idraulica (Power Pack) standard per l'alimentazione idraulica e i servizi della macchina da microtunnel, inserita all'interno di un extension kit;
- Prima stazione di spinta telescopica: si tratta di un elemento in grado di consentire l'avanzamento della TBM (lo scavo) alla stregua di una stazione di spinta intermedia classica (interjack) installata direttamente in un guscio metallico della macchina;
- Prima serie di gusci metallici (n.3 circa) contenenti i servizi principali per il funzionamento del sistema di avanzamento (pompa smarino, quadri elettrici, quadri di comunicazione, trasformatori, ecc...);
- Seconda stazione di spinta telescopica, in grado di movimentare la tratta di 13 metri circa tra la prima telescopica e la seconda telescopica, usata in caso di problemi legati al blocco della perforazione e/o in caso di mitigazione dei tempi morti legati al montaggio dell'anello di conci
- Seconda serie di gusci metallici (n.4 circa) contenenti la camera di sicurezza così come definita ai punti precedenti, il ventilatore per il rilancio dell'aria pulita fino in testa alla TBM, il sistema di avvolgimento del cavo di media tensione in entrata nel tunnel, il sistema idraulico di alimentazione del push module;
- Guscio metallico contenente il push module, ovvero la zona predisposta al montaggio dei conci e alla spinta (avanzamento) della macchina di scavo, luogo effettivo di lavoro durante l'avanzamento a conci;
- Serie di carri metallici a slitta che viaggiano sui conci in grado di ospitare la "parte logistica della TBM", ovvero la zona di scarico dei conci, l'iniezione della boiaccia all'interno nell'overcut dei conci, la zona dedicata al prolungamento dei tubi smarino, ecc.

Per fare fronte alle forti pendenze previste nei progetti in studio, è stato quindi progettato un trenino speciale sviluppato appositamente per il progetto in esame che transita su di una rotaia (trave) posizionata in calotta (parte sommitale del tunnel).

Tale soluzione, oltre a garantirne la fattibilità compatibilmente alle pendenze in gioco, consente di liberare la parte bassa del tunnel dall'ingombro del veicolo, permettendo pertanto di mantenere in tale posizione alcuni elementi fondamentali necessari all'avanzamento con una AVN (pompe smarino e altri accessori).

Il veicolo specificatamente studiato risulta costituito da:

- Cabina di comando e trasporto personale: si tratta di una cabina costituita dal posto riservato al conducente e ad ulteriori 5 posti passeggeri. La cabina è dotata di un sistema di "abbattimento" dei sedili per consentire l'inserimento di una barella per l'evacuazione di eventuale personale;
- Elemento motore: si tratta dell'elemento contenente il motore del veicolo (in questo caso diesel per avere la certificazione ATEX del veicolo);
- Elementi per il trasporto dei conci: si tratta di n.2 elementi che consentono il trasporto di un anello;
- Elementi per il trasporto di tubazioni e accessori: si tratta di un elemento per il trasporto delle tubazioni smarino e di tutti gli accessori necessari all'avanzamento della macchina. Passando alla modalità di avanzamento a conci si crea la necessità di prolungare i servizi all'interno del tunnel (in corrispondenza della zona adibita al montaggio conci) invece che all'interno del pozzo (come avviene nella classica modalità di avanzamento di un microtunnel).

Arrivati all'interno del back up, il veicolo procede allo scarico dell'attrezzatura e del personale per poi fuoriuscire per effettuare il successivo ciclo di trasporto.

L'attrezzatura depositata viene portata in posizione mediante un secondo sistema di argano elettrico su monorotaia mantenuto all'interno della posizione di back up.

Tutta l'attrezzatura sopra descritta viene guidata da un sistema di monorotaia posizionato in calotta, utilizzato come supporto per il transito in galleria. La monorotaia, di fatto costituita da una trave speciale montata direttamente sul back up della macchina in funzione dell'avanzamento dello scavo, viene ancorata al concio in c.a. tramite una piastra forata e tassellata.

8. SEQUENZA OPERATIVA DELL'ATTRAVERSAMENTO

1. Realizzazione pozzo di spinta (da Ottobre 2023 a Gennaio 2024)

La modalità di avanzamento ha richiesto una differente geometria del pozzo di spinta, prolungando la lunghezza rispetto ad un normale pozzo di spinta da microtunnel.

La necessità principale nasce dall'esigenza di consentire la fuoriuscita totale del veicolo adibito al trasporto dei conci, fino ad una posizione sufficiente al carico delle attrezzature ed eventuali attività di manutenzione sul veicolo stesso.

Sono stati quindi installati 26 ml di scatolare sezione interna 2m x 2m installato a seguito di scavo in trincea a sezione obbligatoria.

2. Avvio dello scavo con "varo della macchina" (Febbraio 2024)

Questa fase, più complicata e lenta rispetto ad una partenza standard con microtunnel, ha previsto la posa, il collegamento e la spinta di tutti gli elementi (gusci) di cui si compone la macchina, fino all'ultimo guscio metallico denominato "push module".

3. Spinta di tubi in c.a. (da Febbraio a Giugno 2024)

Tale fase, del tutto analoga ad un avanzamento standard di un microtunnel, ha previsto la posa di tubi un c.a. a spinta standard di un microtunnel. Si è differenziata nella spinta dei primi tubi in quanto all'interno degli stessi sono stati inseriti e collegati i carri di back up che appoggiano tramite slitte all'interno dei tubi stessi.

Terminata tale sottofase, la perforazione è proseguita come in un normale microtunnel.

La produzione media giornaliera, considerando i giorni solari, fino al blocco della perforazione è stata di circa 8 m/gg.

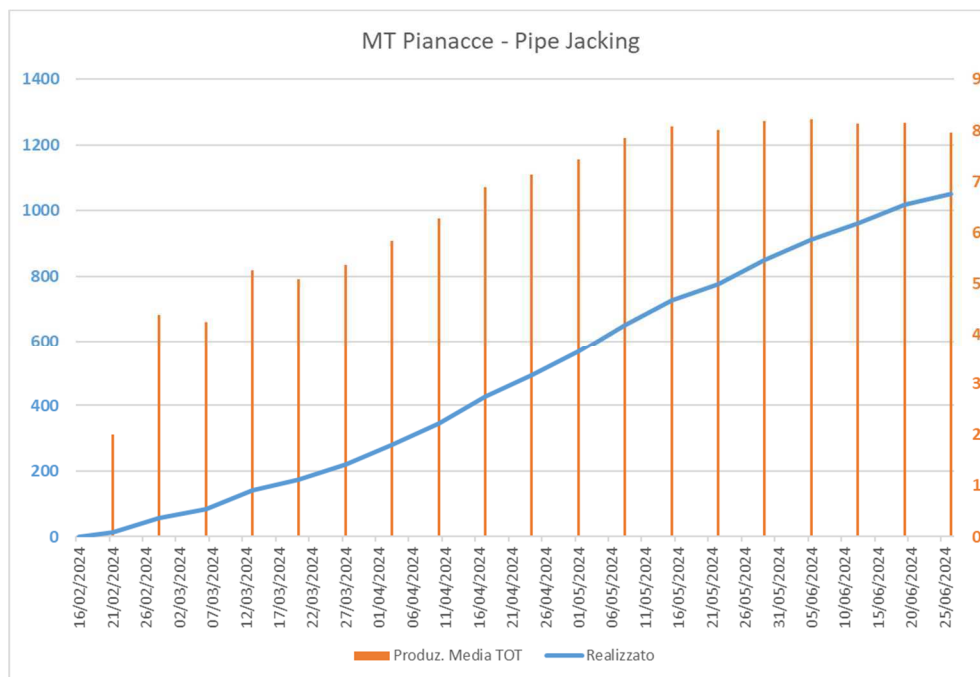


Figura 6. Produzione MT Pianacce in Pipe Jacking

4. Blocco della perforazione (25 Giugno 2024)

A seguito delle seguenti problematiche occorse durante la perforazione in pipe jacking si è verificato il blocco della perforazione alla progressiva di 1.051 m:

- Rotazione della colonna di conci (tubi) nel tratto con curvatura orizzontale la quale ha causato difficoltà operative per la rotazione degli impianti, con dei fermi di perforazione per il riposizionamento delle linee;
- Rigonfiamento del materiale di scavo caratterizzato da formazioni limoso argillose e limoso sabbiose, consistenti, in presenza delle alte coperture, ha portato così alla chiusura dell'over-cut in molti punti della tratta di interesse, con evidenti ingressi di materiale argilloso plastico all'interno del microtunnel.

5. Passaggio a segmental lining (dal 26 Giugno al 07 Agosto 2024)

Per procedere con il cambio della modalità di avanzamento, è stato necessario:

- Spostare i servizi interferenti con il passaggio del treno;
- Eseguire pulizia del tunnel;
- Sigillare i giunti con entrata di materiale ed eseguire l'intasamento dell'overcut per la tratta in corrispondenza dei tubi spinti;
- Installare linee di comunicazione (fibra, ATEX, linea radio comunicazione, ecc...)
- Installazione tubazioni per pompaggio miscela bicomponente;
- Installare all'interno del pozzo di spinta le strutture di carpenteria metallica adibite al transito del veicolo per il trasporto di personale e attrezzature all'interno del tunnel;
- Smontare all'interno del pozzo di spinta le attrezzature dedicate alla spinta dei tubi (pistoni di spinta, componentistica idraulica, carrello/binario di spinta, ecc...);
- Installazione del treno
- Trasporto dei conci presso il fronte

6. Perforazione in Segmental Lining (da Agosto a Ottobre 2024)

In data 8 Agosto 2024 la perforazione è ripresa in Segmental Lining e dal 26 Agosto 2024 si è operato su doppio turno.

La perforazione è stata completata con successo in data 16 ottobre 2024 con una produzione media giornaliera (considerando i giorni solari) di circa 5 m/gg.

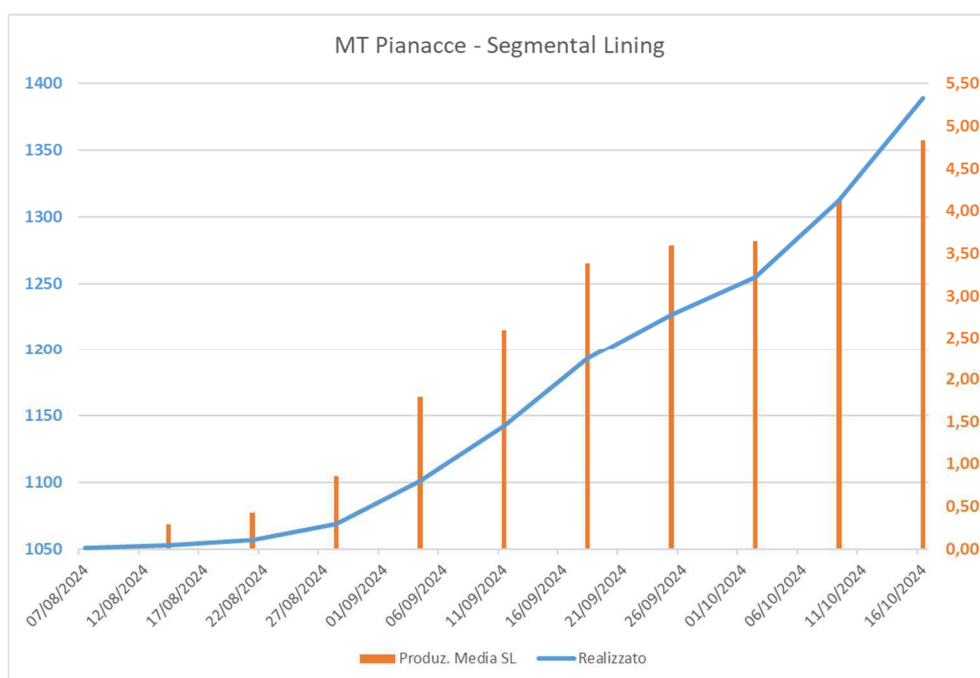


Figura 7. Produzione MT Pianacce in Segmental Lining



Considerando il periodo di fermo invece, la produzione media giornaliera da inizio e fine attraversamento è stata di circa 6 m/gg.

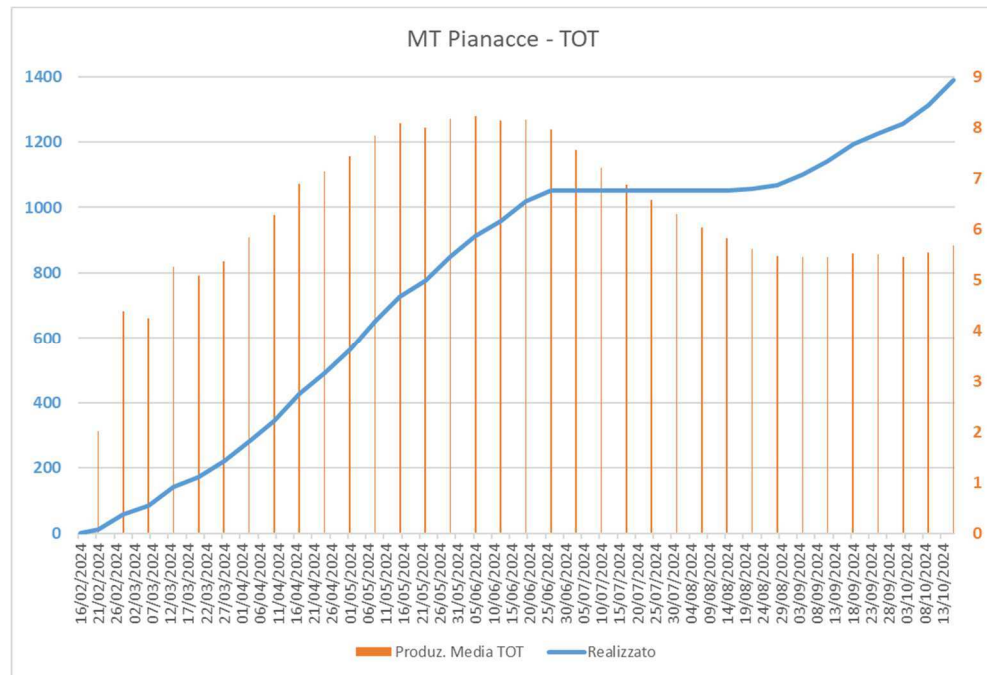


Figura 8. Produzione MT Pianacce totale (Pipe Jacking + Segmental Lining)