

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Sioricchi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 Progettore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>coopprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Elaborati generali

Linee Guida per l'applicazione delle sezioni tipo

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	TO0GN00OSTRE02A.			
D T A N 2 4 5	D	2 2	T 0 0 G N 0 0 O S T R E 0 2		A	-
D						
C						
B						
A	Emissione		Ottobre '22	Diletto	Signorelli	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo è parte integrante del progetto definitivo “S.G.C. E78 GROSSETO - FANO – Tratto Selci Lama (E/45) - S. Stefano di Gaifa – Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest - Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)” che si sviluppa interamente all'interno del territorio comunale di Mercatello sul Metauro (PU) e definisce le Linee Guida per l'Applicazione delle Sezioni Tipo per la realizzazione delle gallerie:

- Galleria Mercatello 1: costituita da 1 tratto in naturale e da 2 tratti in artificiale in corrispondenza degli imbocchi, per una lunghezza complessiva 284 m;
- Galleria Mercatello 2: costituita da 1 tratto in naturale e da 2 tratti in artificiale in corrispondenza degli imbocchi, per una lunghezza complessiva di 785 m.

Lo scopo delle presenti Linee Guida è:

- confermare la sezione tipo riportata nel profilo geomeccanico del progetto;
- definire le variabilità previste per gli interventi di consolidamento e preconsolidamento che, senza modificare strutturalmente le caratteristiche finali dell'opera, devono adeguarsi alle reali condizioni geomeccaniche riscontrate al fronte di avanzamento, nonché al comportamento estrusivo del fronte stesso e deformativo del cavo;
- individuare una diversa sezione tipo, tra quelle previste in questa tratta o comunque previste in Progetto nella stessa formazione, qualora le condizioni realmente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate.

PROGETTAZIONE ATI:

2. CARATTERISTICHE DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE

L'esame di tutti i dati ottenuti dalle indagini in sito ed in laboratorio eseguite per la caratterizzazione geologico-geomeccanica dei terreni interessati dalle gallerie naturali ha consentito di individuare e suddividere l'area interessata dal tracciato stradale in zone a caratteristiche litologiche omogenee e di effettuare un'ulteriore discretizzazione di zone a comportamento geomeccanico omogeneo.

L'analisi è stata condotta sulla scorta dei dati ottenuti da tutte le indagini geologiche, geostrutturali, geomeccaniche svoltesi sia in fase di Progetto Preliminare sia in fase di Progetto Definitivo. Innanzitutto dal punto di vista geologico si può osservare un'importante zona omogenea in termini di composizione litologica:

- Zona della formazione marnosa-arenacea romagnola _ MEMBRO DI CORNIOLO (FMA2)

L'unità affiora ampiamente in tutto il settore occidentale e centrale dell'area rilevata, rappresentando arealmente la formazione maggiormente affiorante. Il Membro di Corniolo è rappresentato da torbiditi pelitico arenacee con rapporto A/P = 1/3 - 1/4 che può giungere a 1/6 nei settori orientali. Le arenite sono prevalentemente arenarie, in strati prevalentemente molto sottili (centimetrici) e subordinatamente sottili e medi (da alcuni cm a 10-40 cm), con alcuni strati molto spessi (circa 80 cm), a grana fine e di colore grigiastro.

La porzione pelitica, prevalente, è costituita da marne di colore grigiastro, variamente argillose, sottilmente stratificate, con fratturazione prevalente da concoide ad aciculare. Le marne si presentano prevalentemente in banchi spessi anche molti metri. L'unità è interessata da una coltre di alterazione di colore giallastro spessa fino ad alcuni metri.

2.1. GALLERIA MERCATELLO 1

La galleria naturale "Mercatello 1" è scavata nel Membro di Corniolo (FMA2). La stratificazione risulta costante. In corrispondenza della prog. 1+550 circa è stata eseguita una stazione geostrutturale-geomeccanica (SG3 (2022)), che presumibilmente ha caratterizzato la porzione maggiormente alterata della formazione, si presuppone che in profondità le caratteristiche dell'ammasso roccioso siano migliori. Le coperture superano solo localmente i 50 m. Si segnala in corrispondenza dell'imbocco est un potenziale fenomeno di crollo (CR1). La superficie piezometrica potrebbe interessare gli scavi della galleria nella porzione centrale.

2.2. GALLERIA MERCATELLO 2

La galleria naturale "Mercatello 2" è scavata nel Membro di Corniolo (FMA2). La stratificazione risulta costante. In corrispondenza dell'asse della galleria è stata eseguita una stazione geomeccanica-geostrutturale (SG2 (2022)), che caratterizza la porzione alterata del bedrock, che dai dati delle indagini dirette eseguite nell'area (S6 (2022) e S7 (2022)), migliora con la profondità sia in termini di fratturazione che di alterazione. Si segnala in corrispondenza dell'imbocco est (pk 2+500) la presenza di un fenomeno gravitativo complesso: è stata individuata un'area caratterizzata da intensa erosione, che può attivare crolli di piccolissima entità (volume stimato intorno a 1 dm³) generati dall'erosione differenziale. La linea piezometrica è stata ricostruita dall'interpolazione dei dati degli strumenti installati nel S5 (2022), S6 (2022) e S8 (2022), da questa risulta che lo scavo sarà interessato alla presenza della falda per circa il 50% iniziale del suo sviluppo. La copertura massima non supera gli 80 m.

3. SEZIONI TIPO DI SCAVO E INTERVENTI PREVISTI

3.1. SEZIONE TIPO A1

La sezione tipo A1 viene prevista in contesti geomeccanici particolarmente favorevoli, dove lo stato tensionale al contorno della cavità in prossimità del fronte si mantiene in campo elastico e i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente. In questo caso anche il comportamento del cavo sarà stabile (rimanendo in campo elastico) e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento del fronte; il rivestimento definitivo costituirà allora il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

La sezione A1, cilindrica, è caratterizzata da:

- Sfondo massimo 4 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30.0m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- presostegno al contorno con n° 7÷8 chiodi di tipo SWELLEX Mn 24 di lunghezza L=4,50 m interposti a interasse radiale $i_{rad.}=2.50m$ e interasse longitudinale $i_{rad.}=1.50m$;
- prerivestimento composto da uno strato di spritz-beton proiettato fibrorinforzato di spessore s=10 cm;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo non armato di spessore pari a 50 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

Si riporta in Figura 3-1 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 4m;
3. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
4. posa in opera del presostegno e del rivestimento di prima fase: al termine di ogni sfondo posa in opera di chiodi tipo Swellex e getto di spritz di completamento spessore 10cm
5. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
6. getto di murette ed arco rovescio senza vincolo di distanza dal fronte;
7. getto del rivestimento definitivo senza vincolo di distanza dal fronte.

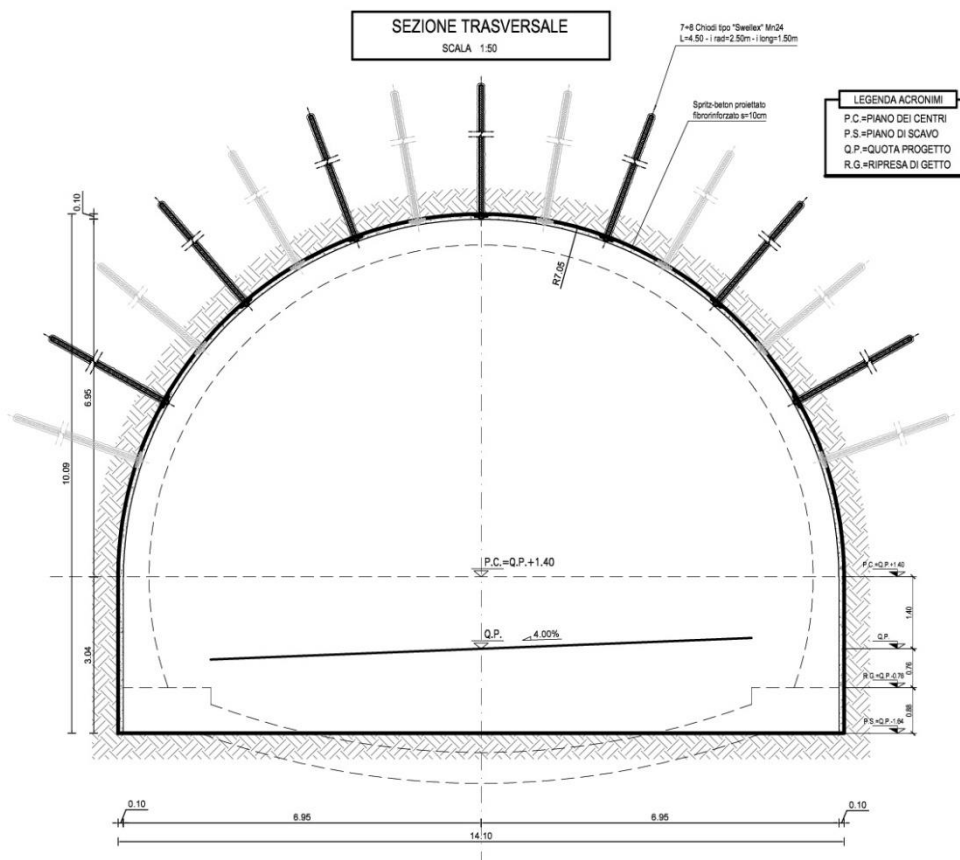


Figura 3-1: Sezione tipo A1

3.2. SEZIONE TIPO B0

La sezione tipo B0 è prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile, ma resta comunque in campo prevalentemente elastico.

La sezione tipo B0, cilindrica, è caratterizzata da:

- Sfondo massimo 1.20 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30.0m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- priverstimento composto centine 2IPN180 con passo $p = 1.20$ m e da uno strato di 20 cm di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 70 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

PROGETTAZIONE ATI:

Si riporta in Figura 3-2 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.20 m, sagomando il fronte a forma concava;
3. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
4. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton spessore 20cm;
5. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
6. getto di murette ed arco rovescio eseguito ad una distanza dal fronte non vincolata;
7. getto del rivestimento definitivo ad una distanza non vincolata.

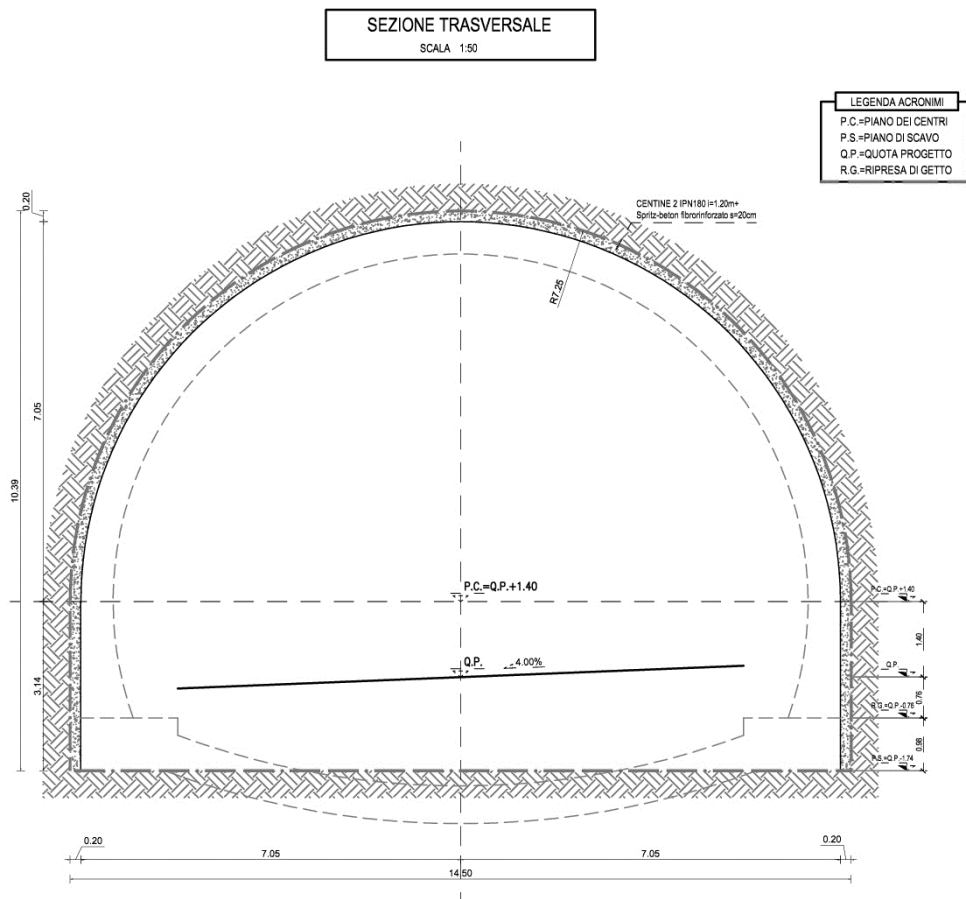


Figura 3-2: Sezione tipo B0

PROGETTAZIONE ATI:

3.3. SEZIONE TIPO B0V

La sezione tipo B0v è prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile, ma resta comunque in campo prevalentemente elastico. Tale sezione è richiesta, a differenza della sezione B0, in presenza di un ammasso maggiormente fratturato (RQD circa pari al 25%).

La sezione tipo B0v, tronco-conica, è caratterizzata da:

- Campo di scavo di L= 8,50 m;
- Sfondo massimo 1.0 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30.0m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- presostegno composto da n° 47 infilaggi metallici \varnothing 139.7 sp. 10.0 mm in perforo \varnothing 160 di lunghezza totale L=15.0m;
- prerivestimento composto centine 2IPN180 con passo p = 1.00 m e da uno strato di 20 cm di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 70 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

Si riporta in Figura 3-3 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. presostegno al contorno del cavo mediante tubi metallici iniettati;
3. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.0 m, sagomando il fronte a forma concava;
4. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
5. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton spessore 20cm;
6. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
7. getto di murette ed arco rovescio eseguito ad una distanza dal fronte non vincolata;
8. getto del rivestimento definitivo ad una distanza non vincolata.

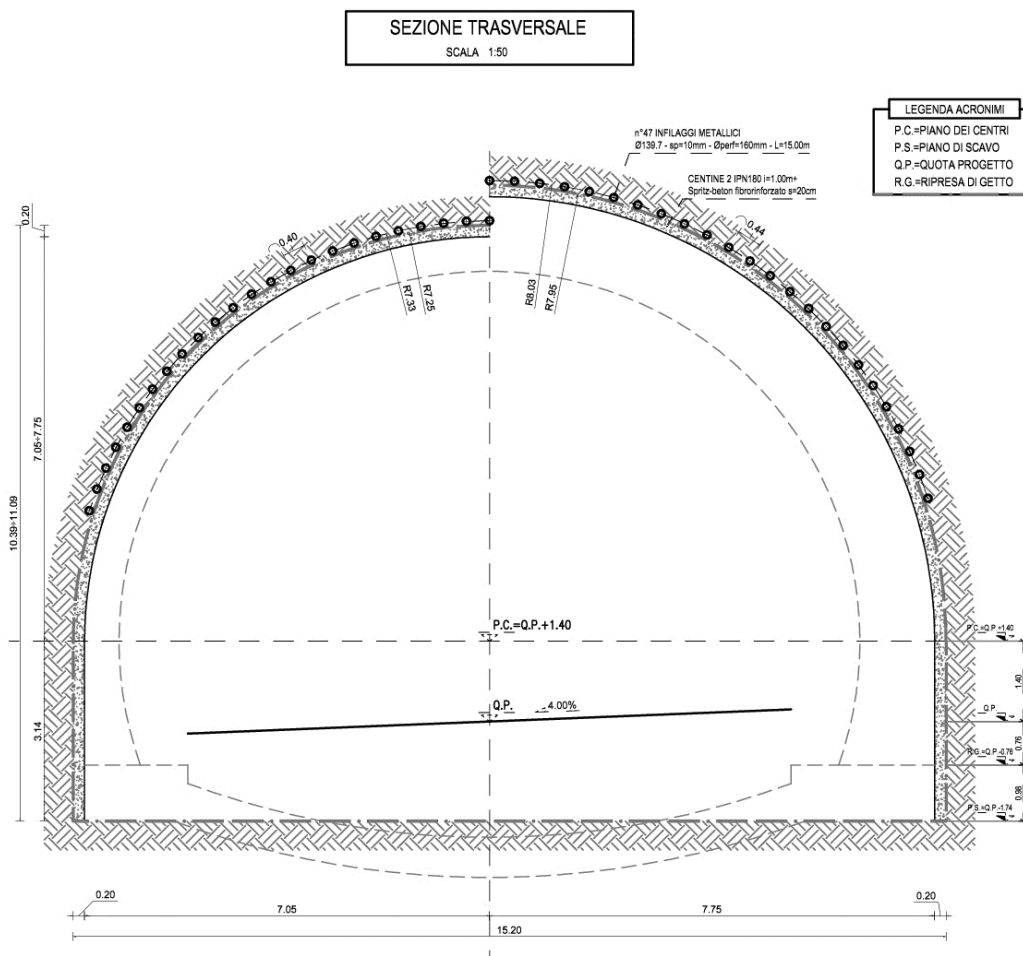


Figura 3-3: Sezione tipo B0v

3.4. SEZIONE TIPO A1C

La sezione tipo A1c viene prevista in contesti geomeccanici particolarmente favorevoli, dove lo stato tensionale al contorno della cavità in prossimità del fronte si mantiene in campo elastico e i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente. In questo caso anche il comportamento del cavo sarà stabile (rimanendo in campo elastico) e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento del fronte; il rivestimento definitivo costituirà allora il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

La sezione tipo A1c, cilindrica, è caratterizzata da:

- Sfondo massimo 4 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30.0m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- presostegno al contorno con n° 7÷8 chiodi di tipo SWELLEX Mn 24 di lunghezza L=4,50 m interposti a interasse radiale $i_{rad.}=2.50m$ e interasse longitudinale $i_{rad.}=1.50m$;
- priverstimento composto da uno strato di spritz-beton proiettato fibrorinforzato di spessore $s=10$ cm;

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ELABORATI GENERALI – LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO

- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo non armato di spessore pari a 50 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

Si riporta in Figura 3-4 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 4m;
3. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
4. posa in opera del presostegno e del rivestimento di prima fase: al termine di ogni sfondo posa in opera di chiodi tipo Swellex e getto di spritz di completamento spessore 10cm
5. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
6. getto di murette ed arco rovescio senza vincolo di distanza dal fronte;
7. getto del rivestimento definitivo senza vincolo di distanza dal fronte.

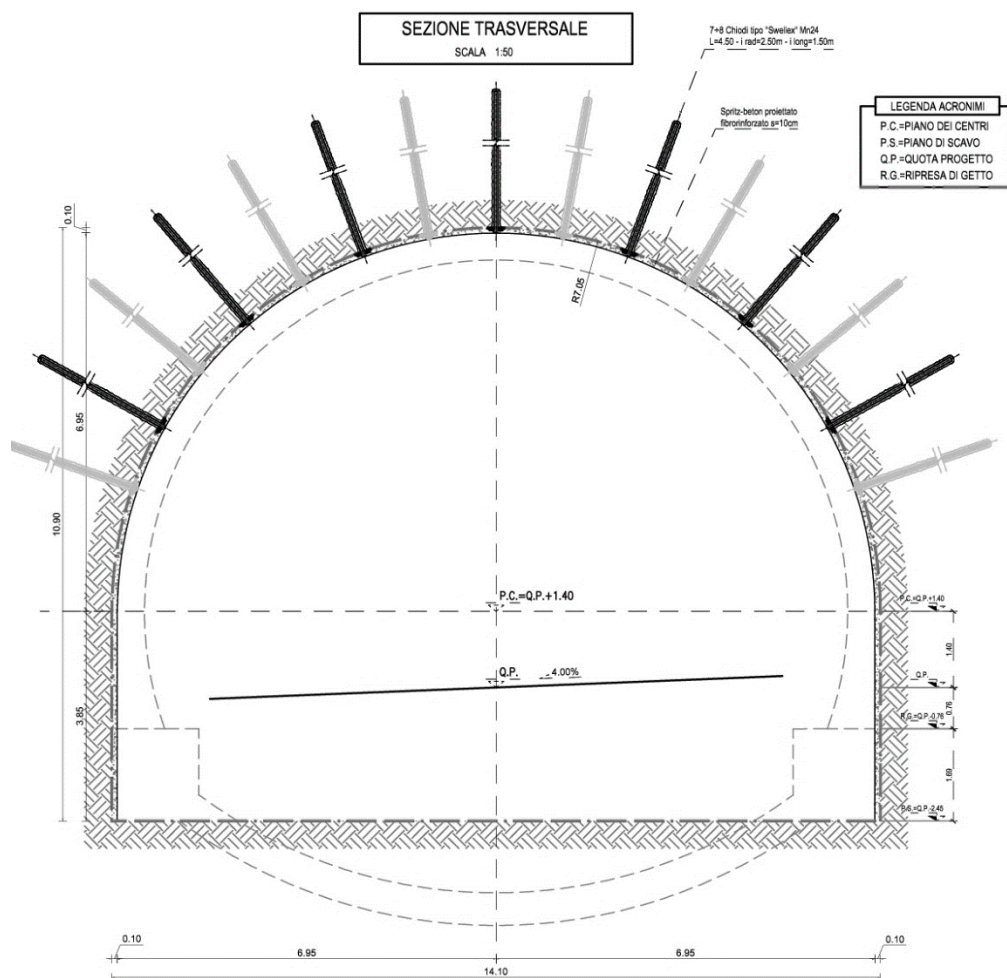


Figura 3-4: Sezione tipo A1c

PROGETTAZIONE ATI:

3.5. SEZIONE TIPO B0C

La sezione tipo B0c è prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile, ma resta comunque in campo prevalentemente elastico.

La sezione tipo B0c, cilindrica, è caratterizzata da:

- Sfondo massimo 1.20 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), L=30.0m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- prerivestimento composto centine 2IPN180 con passo $p = 1.20$ m e da uno strato di 20 cm di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 70 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

Si riporta in la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.2 m, sagomando il fronte a forma concava;
3. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
4. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton spessore 20cm;
5. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
6. getto di murette ed arco rovescio eseguito ad una distanza dal fronte non vincolata;
7. getto del rivestimento definitivo ad una distanza non vincolata.

PROGETTAZIONE ATI:

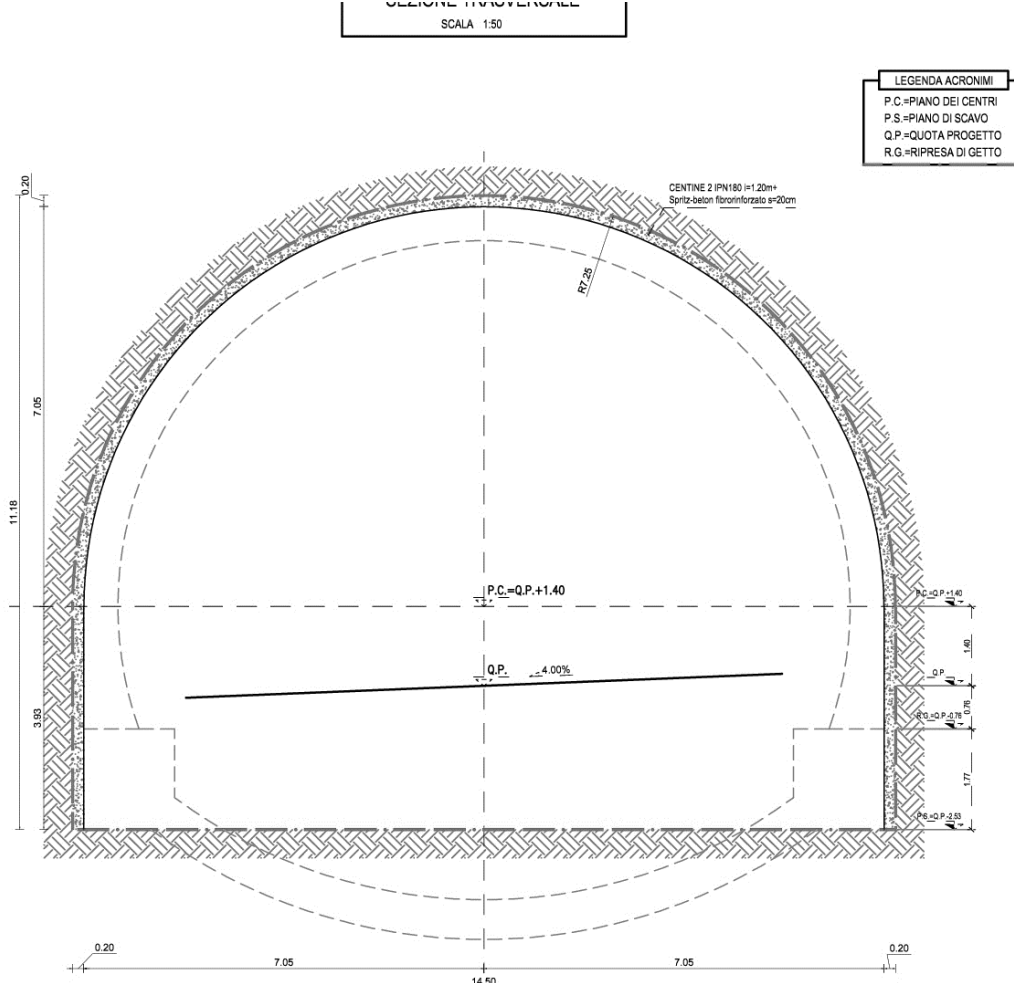


Figura 3-5: Sezione tipo B0c

3.6. SEZIONE TIPO B0vc

La sezione tipo B0vc è prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile, ma resta comunque in campo prevalentemente elastico. Tale sezione è richiesta, a differenza della sezione B0c, in presenza di un ammasso maggiormente fratturato (RQD circa pari al 25%).

La sezione tipo B0vc, tronco-conica, è caratterizzata da:

- Campo di scavo di $L=8.50$ m;
- Sfondo massimo 1.2 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), $L=30.0$ m e sovrapposizione pari a 10m, ciechi i primi 5m da bocca foro e microfessurati i restanti 25m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton a protezione di ogni voltata;
- presostegno composto da n° 47 infilaggi metallici \varnothing 139.7 sp. 10.0 mm in perforo \varnothing 160 di lunghezza totale $L=15.0$ m;
- priverstimento composto centine 2IPN180 con passo $p = 1.00$ m e da uno strato di 20 cm di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

PROGETTAZIONE ATI:

- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 70 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata;
- Calotta in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo non vincolata.

Si riporta in Figura 3-6 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. presostegno al contorno del cavo mediante tubi metallici iniettati;
3. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.0 m, sagomando il fronte a forma concava;
4. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
5. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton spessore 20cm;
6. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
7. getto di murette ed arco rovescio eseguito ad una distanza dal fronte non vincolata;
8. getto del rivestimento definitivo ad una distanza non vincolata.

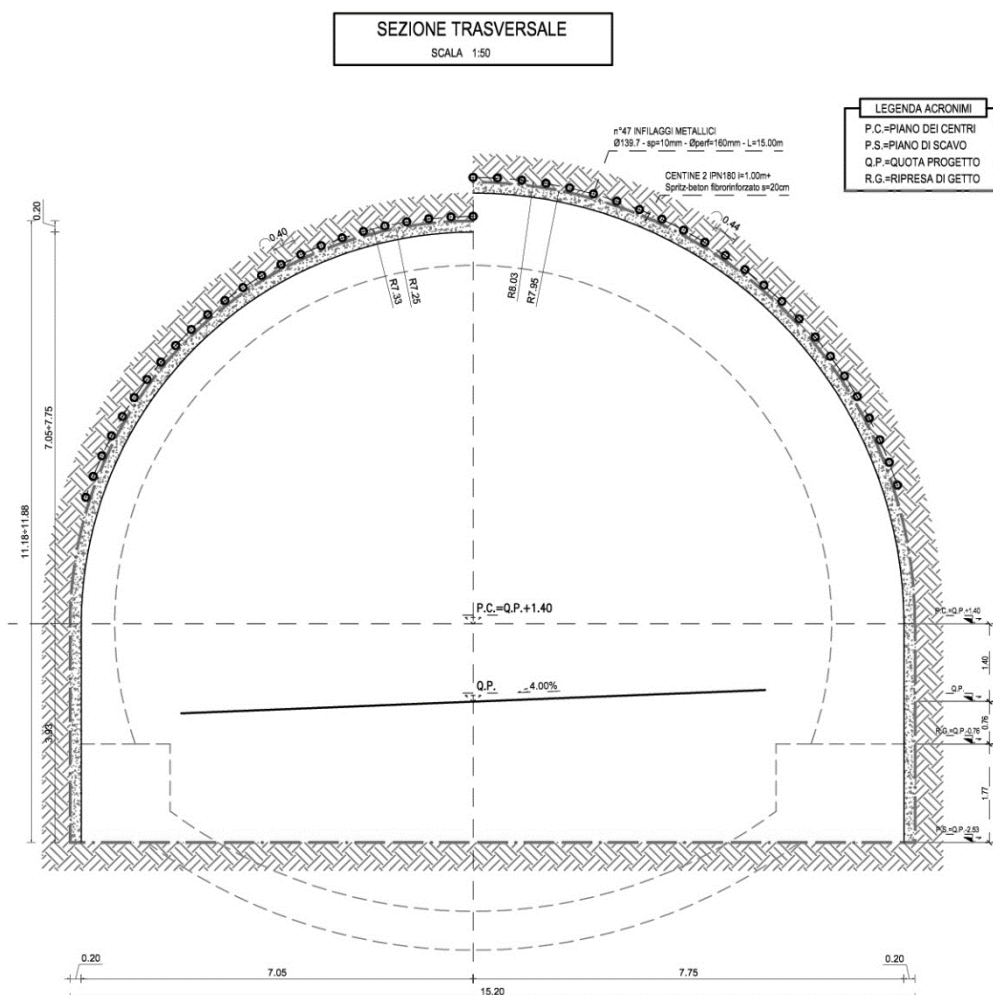


Figura 3-6: Sezione tipo B0vc

PROGETTAZIONE ATI:

3.7. SEZIONE TIPO C1C

La sezione tipo C1c è prevista in prossimità dell'imbocco est della galleria Mercatello 2, nella tratta in cui lo stato deformativo assume una configurazione instabile, con fenomeni deformativi in campo plastico immediati e rilevanti prima ancora che avvenga lo scavo.

La sezione tipo C1c, cilindrica, è caratterizzata da:

- Sfondo massimo 1.0 m;
- n. 3+3 drenaggi in avanzamento (eventuali, in presenza di acqua), $L=30.0\text{m}$ e sovrapposizione pari a 10.m, ciechi i primi 5 m da bocca foro e microfessurati i restanti 25 m;
- protezione del fronte con uno strato di 10 cm di spritz-beton alla fine di ogni campo;
- presostegno al contorno costituito da n° 48 VTR iniettati con boiaccia cementizia di lunghezza $L=16.0\text{ m}$ e lunghezza di sovrapposizione $L_{\text{sovr}}=8.0\text{ m}$;
- preconsolidamento al fronte costituito da n° 43 tubi valvolati in VTR iniettati con boiaccia cementizia di lunghezza $L = 15.0\text{ m}$ e lunghezza di sovrapposizione $L_{\text{sovr}} = 8.0\text{ m}$. Si dispongono n° 2 valvole/m;
- priverstimento composto da centine 2IPN200 con passo $p = 1.00\text{ m}$ e da uno strato di 20 cm di spritz-beton fibrorinforzato;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore pari a 80 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo massima di 16 m;
- Piedritti in calcestruzzo armato di spessore pari a 60 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo massima di 8 m;
- Calotta in calcestruzzo armato di spessore di 70 cm eseguito ad una distanza dal fronte di scavo massima di 8 m.

Si riporta in Figura 3-7 la sezione trasversale della sezione. Si prevedono le seguenti fasi operative:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm (fine campo);
2. preconsolidamento al contorno del cavo mediante tubi in VTR valvolati ed iniettati;
3. preconsolidamento al fronte mediante tubi in VTR cementati in foro;
4. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.0 m, sagomando il fronte a forma concava;
5. esecuzione di uno strato di spritz beton di spessore 10 cm al fronte (ad ogni sfondo);
6. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton spessore 25cm;
7. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
8. getto di murette ed arco rovescio eseguito ad una distanza dal fronte pari massimo a 8m;
9. getto del rivestimento definitivo ad una distanza dal fronte pari massimo a 16 m.

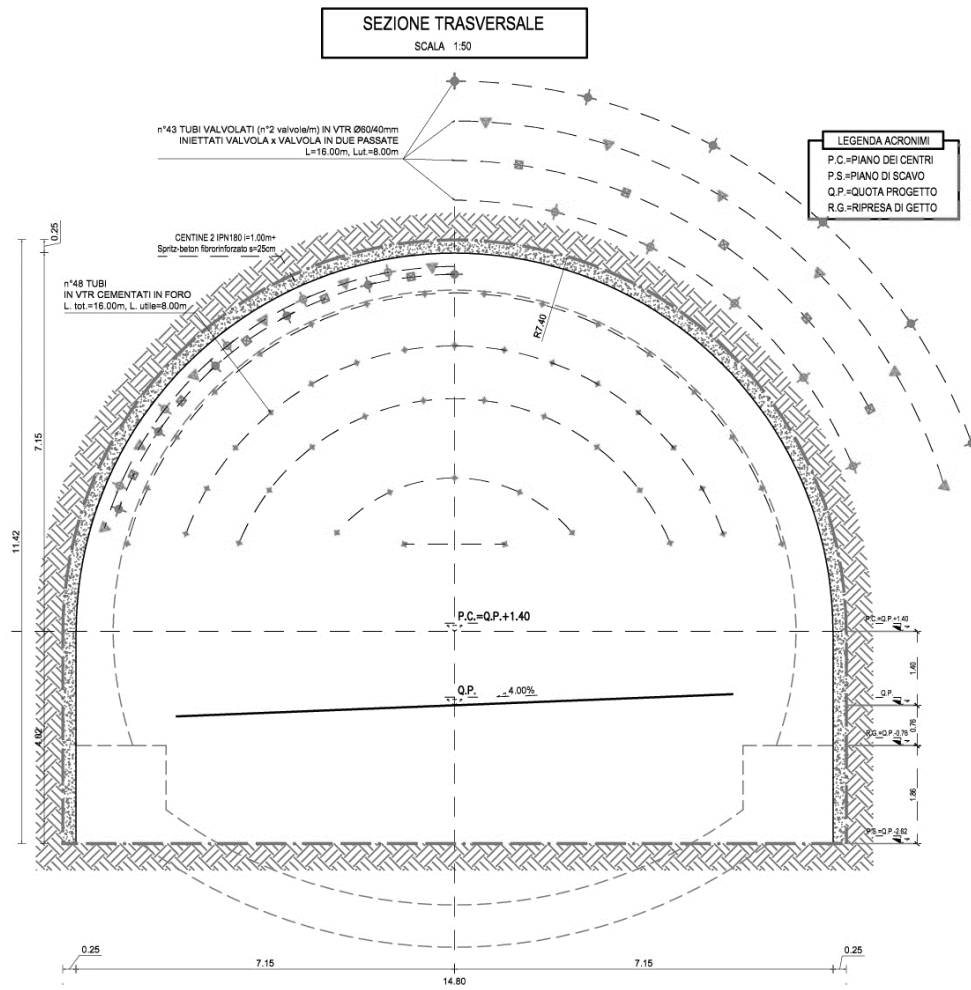


Figura 3-7: Sezione tipo C1c

PROGETTAZIONE ATI:

4. CONVERGENZE: VALORI DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono riepilogati i valori delle convergenze calcolati in Progetto Definitivo sulla base delle caratteristiche geomeccaniche prese a riferimento per l'ammasso interessato. In particolare, i valori delle convergenze sono stati ottenuti attraverso le simulazioni numeriche relative ad una sezione trasversale in condizioni di deformazione piana e adottando la reale geometria dello scavo e dello stato di sforzo. Inoltre, i valori di convergenza, riportati in seguito, sono riferiti alla convergenza diametrale relativa alle murette.

Sezione tipo	Valore teorico di riferimento		Soglia di attenzione		Soglia di Allarme	
	Estrus. (cm)	Converg. (cm)	Estrus.(cm)	Converg. (cm)	Estrus.(cm)	Converg. (cm)
A1	-	0.5	-	1	-	1.5
B0-2	-	0.7	-	1.5	-	3
B0V	-	0.7	-	1.5	-	3
A1c	-	0.5	-	1	-	1.5
B0c-1	-	1.2	-	2	-	4
B0Vc	-	1.2	-	2	-	4
C1c-1	2	1.0	4	3	6	5

PROGETTAZIONE ATI:

5. MONITORAGGIO IN GALLERIA

Gli elementi citati in precedenza consentiranno nel corso degli avanzamenti l'applicazione delle Linee Guida, potendosi presentare i seguenti casi:

- a) si procede con la sezione tipo prevista;
- b) si procede nell'ambito di una variabilità di interventi per la sezione stessa.

Di seguito vengono descritte le condizioni con cui procedere.

5.1. SEZIONI TIPO A1/A1C

Per questa sezione tipo non si prevedono variazioni di consolidamenti.

In caso di raggiungimento delle soglie di attenzione di procedere solamente ad intensificare la frequenza delle letture.

5.2. SEZIONI TIPO B0/B0C

Qualora dai rilievi del fronte e dalle misure di convergenza e dalle letture delle celle di carico emerga una situazione geomeccanica più favorevole (convergenze e sforzo normale delle centine minori dei valori teorici di riferimento), l'intensità degli interventi potrà essere variata nel modo seguente:

- aumento del passo centina fino ad un massimo di 1.50 m;

Qualora si verifichi il caso opposto al precedente, ovvero l'ammasso si presenti maggiormente allentato e le misure registrino valori nel range della soglia di attenzione, si prevede il passaggio alla sezione tipo B0v/B0vc

5.3. SEZIONI TIPO B0V/B0VC

Qualora dai rilievi del fronte e dalle misure di convergenza e dalle letture delle celle di carico emerga una situazione geomeccanica più favorevole (convergenze e sforzo normale delle centine minori dei valori teorici di riferimento), si prevede il passaggio alla sezione tipo B0/B0c.

Qualora si verifichi il caso opposto al precedente, ovvero l'ammasso si presenti maggiormente allentato e le misure registrino valori nel range della soglia di attenzione, l'intensità degli interventi potrà essere variata nel modo seguente:

- incremento di 10 elementi costituenti il presostegno al contorno costituito da infilaggi metallici con tubi in acciaio di lunghezza $L = 15.0$ m.

5.4. SEZIONE TIPO C1C

Qualora dai rilievi del fronte e dalle misure di convergenza e dalle letture delle celle di carico emerga una situazione geomeccanica più sfavorevole (convergenze e sforzo normale delle centine maggiori dei valori teorici di riferimento), l'intensità degli interventi potrà essere variata nel modo seguente:

- incremento del 10% del presostegno al contorno costituito da VTR iniettati con boiaccia cementizia di $L=16.0$ m;
- incremento del 10% del preconsolidamento al fronte costituito da tubi valvolati in VTR iniettati con boiaccia cementizia di $L=15.0$ m;

6. PRESCRIZIONE PER I FERMI PROLUNGATI AL FRONTE

Qualora le operazioni vengano interrotte per un periodo prossimo alle 24 ore, sarà necessario porre in opera uno strato di spritz-beton di 15 cm al fronte.

Se il fermo risulta pari o maggiore a 48 ore (festività o fermi di qualsiasi natura), il ciclo delle lavorazioni dovrà necessariamente terminare con il consolidamento (eventualmente incrementato) del fronte appena eseguito, previa sagomatura a forma concava ed esecuzione dello strato di spritz-beton armato con spessore pari a 20cm, e con il rivestimento di prima fase, l'arco rovescio e le murette portati a ridosso del fronte stesso.

PROGETTAZIONE ATI:

7. CRITERI GENERALI PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO

Come descritto nell'introduzione, l'obiettivo del presente documento è la definizione di uno strumento in grado di definire i criteri che si adotteranno in corso d'opera per:

- scegliere in ogni tratta omogenea quando applicare la sezione tipo prevalente e quando quelle secondarie, nel rispetto delle percentuali di applicazione delle stesse riportate nel profilo geomeccanico. Il progetto è stato sviluppato in modo da non prevedere incrementi percentuali di applicazione delle sezioni tipo secondarie;
- modulare, se necessario, gli interventi di consolidamento e presostegno nel rispetto della variabilità degli stessi prevista in progetto. Globalmente la variabilità degli interventi in sezione è coperta dagli importi previsti nei lavori del contratto di appalto per la specifica voce in esame.

L'individuazione di percentuali di applicazione delle varie sezioni tipo riportate all'interno di ogni tratta omogenea non deve tradursi in una rigida applicazione associata a determinate progressive del tracciato, bensì ad una previsione di utilizzo globale sull'intera lunghezza associata alla singola zona omogenea. Di conseguenza si potrà, in corso d'opera, applicare localmente l'una o l'altra sezione tipo già previste nella tratta omogenea in funzione delle condizioni geomeccaniche realmente riscontrate durante gli scavi; si prevede tuttavia che complessivamente, all'interno della medesima tratta, siano sostanzialmente rispettate le lunghezze di applicazione previste per le varie sezioni tipo. La variabilità prevista in progetto è adeguata a coprire tutte le situazioni che, allo stato delle conoscenze, possano presentarsi. Si ritiene inoltre che le valutazioni quantitative a base dei computi, sviluppate con le quantità medie, siano adeguate a far sì che gli importi complessivi per ciascuna tratta omogenea vengano rispettati. Nella logica dell'approccio osservazionale adottato, eventuali incrementi o riduzioni, dovranno essere gestite dalla DDLL, in ragione delle condizioni effettivamente riscontrate e dagli esiti del monitoraggio previsto e, così come previsto in progetto, contabilizzato.

L'iter procedurale da seguire ai fini del raggiungimento dell'obiettivo può essere schematizzato dal diagramma di flusso in Figura 7-1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** L'insieme delle elaborazioni dei rilievi e dei dati di monitoraggio devono essere comunicati alla Direzione Lavori; alla stessa dovrà essere fornito anche il rilievo delle fasi esecutive, ovvero l'indicazione delle lavorazioni eseguite, della distanza dell'arco rovescio dal fronte, della distanza della calotta dal fronte per ogni lettura di monitoraggio eseguita. Tutti i dati di monitoraggio e rilievo devono essere analizzati, interpretati e confrontati con le previsioni di progetto, eventualmente ricalibrate sulla base dei dati ricavati dalle back analysis.

A questo scopo, affinché possano essere efficacemente utilizzate, così come imposto dal piano di monitoraggio, la restituzione di misure e rilievi deve avvenire in tempo reale (poche ore dopo il rilievo e l'esecuzione delle misure).

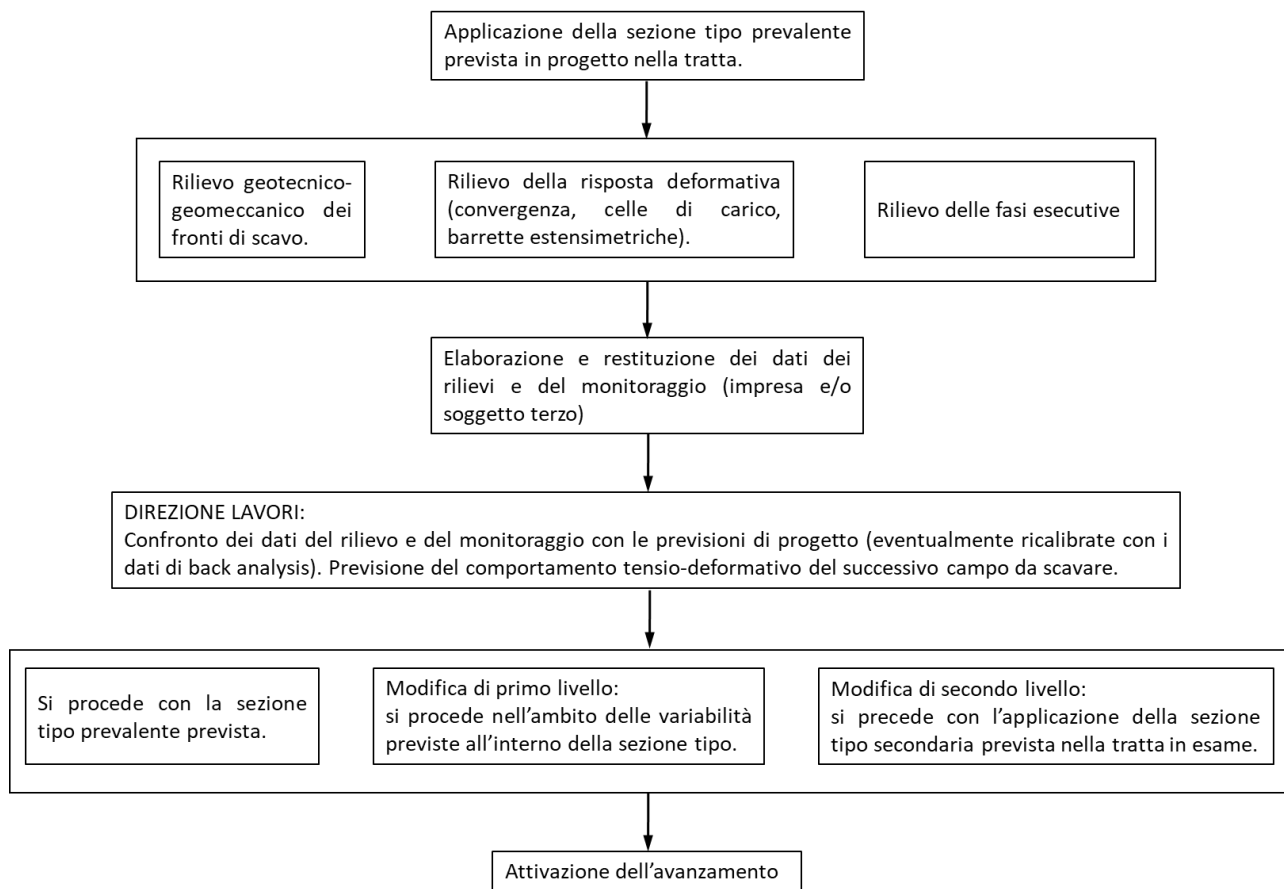


Figura 7-1: Schema di flusso delle informazioni per la gestione degli avanzamenti in galleria

In linea generale si affronterà lo scavo applicando la sezione definita quale prevalente per la tratta omogenea per poi, in funzione dei rilievi e dei dati di monitoraggio, decidere se continuare lo scavo con la medesima sezione o alleggerire/incrementare la stessa (utilizzando la variabilità prevista) o passare alla sezione tipo secondaria prevista nella tratta omogenea.

In generale, escludendo le zone di imbocco, è possibile distinguere due diversi approcci che sono stati adottati per definire le percentuali di applicazione delle sezioni tipo in funzione delle unità geotecniche interessate dallo scavo della galleria.