

**S.S. 45bis - Gardesana Occidentale**

Opere di costruzione della galleria in variante tra il km 86+567 e il km 88+800 finalizzata a sottendere le attuali gallerie ogivali a sezione ristretta

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. MI92

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTA:**

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè  
Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

**IL GEOLOGO**

*Dott. Geol. Serena Majetta  
Ordine Geol. di Roma n. 928*

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

*Dott. Ing. Laura Troiani  
Ordine Ing. di Roma n. 31890*

**COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Geom. Fabio Quondam*

**VISSO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. Ing. Giancarlo Luongo*

PROTOCOLLO

DATA

**CANTIERIZZAZIONE**

Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO                      LIV. PROG. <b>DPMI0092</b> <b>D</b> <b>18</b>		T00CA00CANRE01_A.pdf			<b>A</b>	-
		CODICE ELAB. <b>T00CA00CANRE01</b>				
D						
C						
B						
A	EMISSONE		Mar 2020			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO</b>	<b>5</b>
2.1	ASPETTI GENERALI	5
<b>3</b>	<b>ASSETTO LOGISTICO ED OPERATIVO DEI CANTIERI</b>	<b>7</b>
3.1	UBICAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI	7
3.2	CANTIERE BASE CB 01 – CB 02	8
3.2.1	ASPETTI GENERALI	8
3.2.2	RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE	10
3.3	AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO – AS 01-02	12
3.4	CANTIERI OPERATIVI IMBOCCO SUD ED IMBOCCO NORD – CO 01-02	13
3.4.1	ASPETTI GENERALI	13
3.4.2	SISTEMA DI AERAZIONE	14
3.4.3	IMPIANTO DI DEPOLVERAZIONE	15
3.4.4	CANTIERE OPERATIVO CO 01 IMBOCCO SUD	17
3.4.5	CANTIERE OPERATIVO CO 02 IMBOCCO NORD	20
<b>4</b>	<b>MACCHINARI E ATTREZZATURE UTILIZZATE DURANTE I LAVORI</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>METODI DI SCAVO</b>	<b>24</b>
5.1	DESCRIZIONE DEI DIVERSI METODI DI SCAVO	24
5.1.1	SCAVO D'AVANZAMENTO CON ESPLOSIVO	27
5.1.2	AVANZAMENTO MECCANICO MEDIANTE FRESE PUNTUALI (TSM)	30
<b>6</b>	<b>PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO</b>	<b>33</b>
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	33
6.2	BILANCIO MATERIE	38
6.3	SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E DI DESTINAZIONE FINALE DEI MATERIALI IN ESUBERO	41
6.3.1	LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEI SITI DI APPROVVIGIONAMENTO	41
6.3.2	LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEI SITI DI CONFERIMENTI ESTERNI AL PROGETTO	41
6.4	AREE DI DEPOSITO	42
6.4.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE TERRE E MATERIALI	45
<b>7</b>	<b>FLUSSI DI TRAFFICO</b>	<b>48</b>
7.1	LA VIABILITÀ ATTUALE DELLA SS 45 BIS	48
7.2	CALCOLO DEI LIVELLO DI SERVIZIO	49
7.2.1	SCENARIO ATTUALE	49
7.3	FLUSSI DI TRAFFICO LEGATI ALLA CANTIERIZZAZIONE	50
7.3.1	VIABILITÀ DI CANTIERE	50
7.3.2	FLUSSI DI SMARINO	51
7.3.3	FLUSSI DI APPROVVIGIONAMENTO	55
7.3.4	FLUSSI DI TRAFFICO TOTALI SUDDIVISI PER VIABILITÀ	56
<b>8</b>	<b>CRONOPROGRAMMA E FASI DI CANTIERE PER LA MINIMIZZAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	<b>57</b>

8.1	L'ORGANIZZAZIONE TEMPORALE E LOGISTICA DEI LAVORI	57
8.2	FASE 0 ACCANTIERAMENTO	57
8.3	FASE 1 IMBOCCHI	58
8.4	FASE 2 SCAVO GALLERIA MUSLONE	60
8.5	FASE 3 ALESAGGIO GALLERIA ESISTENTE, IMPIANTI E RETI PARA MASSI	61
<b>9</b>	<b>IDENTIFICAZIONE E MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI IN FASE DI</b>	
	<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	<b>62</b>
9.1	GEOLOGIA E ACQUE	62
9.1.1	ANALISI DELLA COMPONENTE	62
9.1.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	63
9.1.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	63
9.2	ARIA E CLIMA	65
9.2.1	ANALISI DELLA COMPONENTE	65
9.2.2	STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'INTORNO DELL'AREA DI	
	CANTIERE	65
9.2.3	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	66
9.2.4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	66
9.3	RUMORE E VIBRAZIONE	67
9.3.1	ANALISI DELLA COMPONENTE	67
9.3.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	67
9.3.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	67
9.4	BIODIVERSITÀ	68
9.4.1	ANALISI DELLA COMPONENTE	68
9.4.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	68
9.4.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	69
9.5	SALUTE UMANA - RADON	70
9.5.1	ANALISI DELLA COMPONENTE	70
9.5.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI	71
9.5.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	71

## 1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto la definizione del sistema di cantierizzazione previsto per il progetto del nuovo tratto stradale in galleria, ubicata lungo la fascia costiera del lago di Garda, all'interno del territorio del Comune di Gargnano in provincia di Brescia, in sostituzione alle attuali gallerie della SS 45 bis "Gardesana".

Gli obiettivi dell'elaborato sono quelli di definire tutti gli aspetti legati alle attività di cantiere e di limitare le ripercussioni delle lavorazioni sul territorio. È chiaro, infatti, che l'organizzazione del sistema di cantierizzazione rappresenta un aspetto molto importante e complesso, in quanto devono essere tenuti in considerazione elementi molto differenti tra loro. L'organizzazione del cantiere, di fatto, vuole sicuramente mirare alla riduzione dei costi e dei tempi di realizzazione, ma allo stesso tempo viene posta l'attenzione sull'ambiente, in modo che le scelte di gestione del cantiere effettuate siano rispondenti alla minimizzazione degli impatti ambientali.

All'intero della trattazione vengono riportati tutti gli aspetti legati alle fasi di realizzazione dell'opera, ai flussi di traffico, al contesto in cui l'opera si inserisce ed infine alle mitigazioni ambientali adottate. Va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

Di seguito si riportano i principali aspetti esplicitati all'interno del presente documento:

- descrizione sintetica delle opere in progetto;
- assetto logistico e operativo delle aree di cantiere, e relativa ubicazione;
- macchinari ed attrezzature utilizzate per la realizzazione dell'opera;
- bilancio dei materiali;
- flussi di traffico dell'area di studio;
- cronoprogramma e fasi di costruzione;
- analisi del territorio in tutte le sue componenti ambientali e socioeconomiche;
- utilizzo di macchinari e tecnologie per la minimizzazione degli impatti di cantiere.

Le lavorazioni che caratterizzano il progetto in esame riguardano per lo più un'opera in sotterraneo, ed è chiaro che la logistica di costruzione risulta fortemente influenzata dai grandi quantitativi di materiale scavato e approvvigionato, necessari per la realizzazione dell'opera. Per tale motivo nel seguito vengono definiti, anche, tutti gli aspetti legati alla gestione dei materiali, tra cui l'ubicazione di cave e discariche, gli impianti di produzione del calcestruzzo, le viabilità di servizio ecc...

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

### 2.1 ASPETTI GENERALI

La viabilità attuale è la SS 45 bis, "Gardesana", che ha origine a Cremona e termina a Trento ed ha una lunghezza complessiva di circa 154 km. L'infrastruttura esistente rappresenta, nella zona tra Salò e Riva del Garda, l'unico collegamento con la Provincia di Trento, in un corridoio obbligato e senza alternative, ed attraversa i comuni di Gardone Riviera, Toscolano Maderno, Gargnano, Tignale, Tremosine sul Garda e Limone sul Garda.

Il tratto d'interesse per la realizzazione del progetto è quello relativo alla Provincia di Brescia, che percorre il Comune di Gargnano, sulle rive del Garda. L'area di studio è ubicata tra il km 86+567 ed il km 88+800, per una lunghezza di circa 2 km, ed ha lo scopo di risolvere le attuali criticità correlate alle gallerie ogivali: "D'Acli" (930 m), "Eutemia" (60 m) e "Dei Ciclopi" (655 m). Le gallerie si sviluppano lungo la parete rocciosa a breve distanza dal margine del costone roccioso. La piattaforma pavimentata è variabile tra 6,20 m e 7,40 m e presenta una corsia per senso di marcia, di modulo variabile tra i 3 e i 3,25 metri con banchina pressoché inesistente dell'ordine degli 0,25 metri. Inoltre, data la forte acclività dei versanti, per i tratti all'aperto sono presenti importanti opere di sostegno rivestite in pietra locale, in alcuni casi privi di adeguati dispositivi di ritenuta a protezione. All'interno delle opere in sotterraneo la sezione stradale risulta ridotta, con margini inadeguati a tergo del pavimento, e sprovvista di opportuna segnaletica orizzontale. Si rileva inoltre un limite di velocità per l'intera tratta di 50 km/h con divieto di sorpasso mentre la particolare conformazione "ogivale" (ad arco "a sesto acuto") di tali gallerie esistenti limita il passaggio contemporaneo dei mezzi pesanti aventi direzione opposte. All'imbocco della galleria "D'Acli" e poco dopo l'uscita della galleria "Dei Ciclopi", per ragioni di sicurezza, è presente un impianto semaforico per il controllo e la regolamentazione del traffico pesante in corrispondenza della sezione ridotta delle gallerie ogivali. Ciò comporta, specialmente nei mesi estivi, un considerevole disagio nei tempi di percorrenza dell'intera tratta.

L'opera si rende necessaria, in quanto la sezione dell'attuale SS 45 bis e delle gallerie annesse, è ormai insufficiente a far fronte ai crescenti flussi di traffico della fascia costiera, rendendo la viabilità pressoché insostenibile agli utenti. Al fine di ridurre i tempi di percorrenza del tratto su cui insistono le gallerie e rendere la circolazione stradale più scorrevole, specie nei periodi estivi, si è deciso di procedere con la redazione di un progetto di variante.

L'intervento ha l'obiettivo di risolvere tali criticità ed in particolare prevede di mantenere in esercizio le gallerie esistenti, ma in un solo senso di marcia (direzione Nord) e di realizzare una nuova galleria mono-direzionale per il senso di marcia opposto (direzione Sud). Il progetto prevede, dunque, che la nuova galleria abbia una sezione trasversale di 7 metri totale, costituita da una corsia di modulo 4 metri e due banchine laterali, rispettivamente di 1 metro a sinistra e 2 metri a destra. La scelta di separare i flussi di

traffico è stata determinata per ragioni di sicurezza, stante la presenza di una rotonda in uscita dalla nuova opera in sottoterraneo, sul sedime dell'attuale intersezione a raso con la SP 38 in direzione Tignale, indispensabile per garantire il collegamento con la viabilità provinciale a monte. La viabilità esistente verrà comunque mantenuta in esercizio durante la fase di cantiere, in vista dell'impossibilità di un'interruzione del traffico.

### 3 ASSETTO LOGISTICO ED OPERATIVO DEI CANTIERI

#### 3.1 UBICAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI

Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e allo stesso tempo minimizzare gli impatti negativi sul territorio e sulla rete stradale esistente, il sistema di cantierizzazione studiato prevede di affrontare le lavorazioni su diversi fronti operativi al fine di ridurre il più possibile le tempistiche di realizzazione.

Per lo sviluppo delle attività lavorative la logistica dei cantieri è stata pensata mediante l'allestimento di 2 aree di cantiere fisso e due aree di stoccaggio temporaneo ubicate a 9 Km dall'opera da realizzare oltre a 2 cantieri operativi ubicati in prossimità degli imbocchi della galleria.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere è stato basato sulla tipologia d'opera, sulla sua estensione, sui caratteri geometrici delle stesse, sulle scelte progettuali e di costruzione quali il numero di fronti d'attacco della galleria ed i metodi di scavo di adoperato. Dunque, nell'individuazione delle aree da adibire ai cantieri principali e secondari si è tenuto conto, in linea generale dei seguenti requisiti:

- Aree disponibili in intorni già a carattere industriale con dimensioni areali sufficientemente vaste,
- Prossimità a vie di comunicazioni importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante,
- Preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio,
- Buona disponibilità idrica ed energetica,
- Lontananza da zone residenziali significative e da ricettori sensibili (scuole, ospedali, ecc.),
- Adiacenza alle opere da realizzare,
- Morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto),
- Possibilità di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo.

I cantieri previsti per la costruzione della nuova galleria si possono suddividere in 2 categorie:

- Cantieri operativi CO 01 e CO 02,
- Cantieri base CB 01 e CB 02.

I cantieri operativi contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione dell'opera. Essi sono ubicati in prossimità degli imbocchi della galleria.

Nei cantieri base invece sono allocate le baracche per l'alloggiamento delle maestranze, le mense e gli uffici e tutti i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere.

Per la preparazione dei cantieri e delle piste di cantiere, ove previste, tenendo presenti le diverse tipologie impiantistiche presenti, saranno eseguite le seguenti attività:

- Scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento o sui bordi dell'area o stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno scoticato dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche),



- Stesa di tessuto non tessuto,
- Formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico,
- Delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso,
- Predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi,
- Realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti,
- Costruzione dei basamenti per gli impianti ed i baraccamenti,
- Montaggio dei capannoni prefabbricati e degli impianti.

Nella tabella successiva si riportano la stima delle dimensioni delle aree dei cantieri previsti.

Cantiere n	Area	Campo base	Area tecnica	Area stoccaggio terre	Impianto di cls
CB 01	6200 m <sup>2</sup>		X	X	X
CB02	3300 m <sup>2</sup>	X			
CO 01	1180 m <sup>2</sup>		X	X	
CO 02	790 m <sup>2</sup>		X	X	
AS 01	1700 m <sup>2</sup>			X	
AS 02	7800 m <sup>2</sup>			X	

Tabella 3-1 - Cantieri e Aree di stoccaggio temporaneo della SS 45 Bis

## 3.2 CANTIERE BASE CB 01 – CB 02

### 3.2.1 ASPETTI GENERALI

Le aree di cantiere base sono ubicate a Tignale, una di fronte all'altra. In particolare, la prima area (CB 01) ha dimensioni di 6200 mq ed è adibita ad area tecnica industriale, ove difatti verranno collocati gli impianti di produzione di cls, frantumazione e vagliatura, mentre la seconda area (CB 02), di dimensioni pari a 3300 mq, è adibita allo svolgimento della funzione di campo base, ove verranno collocati i baraccamenti e gli uffici necessari all'organizzazione logistica.

Le attrezzature a cielo aperto previste nelle aree di cantiere base sono:

- Box guardiania N° 1,
- Box in lamiera N° 4,
- Uffici N° 3,
- Mensa N° 3,
- Infermeria N° 2,
- Spogliatoi N° 5,
- Vasca lava ruote N° 1,

- Gruppo elettrogeno N° 1,
- Parcheggi per mezzi d'opera,
- Parcheggi autovetture,
- Impianto per la distribuzione dell'acqua,
- Fossa Imhoff,
- Cassone metallico N° 10,
- Serbatoio fuori terra N° 1,
- Impianto mobile di betonaggio che dovrà essere adeguatamente isolato contro il gelo e prevedere appositi impianti per il riscaldamento degli inerti,
- Impianto di frantumazione e vagliatura,
- Depositi per il materiale frantumato e vagliato,
- Area di stoccaggio temporaneo terre,
- Fossa di raccolta e decantazione acque di lavorazione,
- Pesa per i mezzi d'opera.

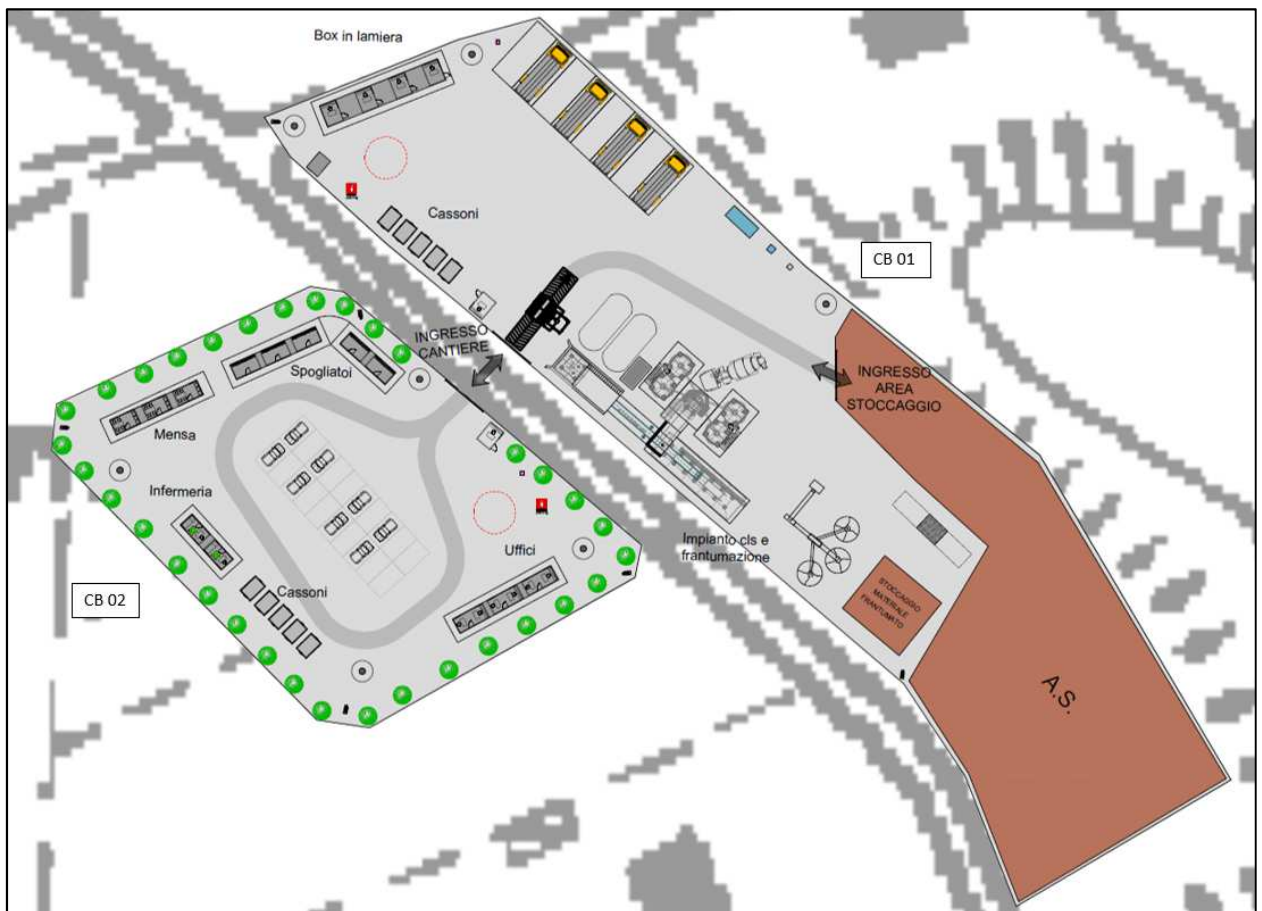


Figura 3-1 - Layout cantieri base CB 01 e CB 02



























LEGENDA PREFABBRICATI E IMPIANTI	LEGENDA SIMBOLI
 Spogliatoi 4.1 x 2.4 x 2.4	 Estintore a polvere 6 kg
 Infermeria 4.1 x 2.4 x 2.4	 Telecamera fissa
 Uffici 5.1 x 2.4 x 2.4	 Parcheggio mezzi d'opera
 Mensa 4.1 x 2.4 x 2.4	 Parcheggio automobili
 Box in lamiera 2.6 x 3.4 x 2.2	 Impianto di cls
 Cassone metallico 6 mc	 Impianto di frantumazione
 Impianto Imhoff 6500 L	 Torre faro
 Fossa di raccolta e decantazione delle acque di lavorazione 10 mc	 Punto di ritrovo
 Impianto per la distribuzione dell'acqua 500 L	 Lavaggio ruote
 Serbatoio fuori terra 1000 L	 Pesa
 Gruppo elettrogeno 10 kva	
 Area di stoccaggio temporaneo	
 Piazzale impermeabilizzato	
 Viabilità diurna	
 Viabilità notturna	
 Pista di cantiere	

Figura 3-2 - Legenda del layout delle aree di cantiere base

### 3.2.2 RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE

#### 3.2.2.1 ACQUE METEORICHE

Prima della realizzazione delle pavimentazioni del piazzale del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche verranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante un'apposita canalizzazione aperta.

### 3.2.2.2 ACQUE NERE

Gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme del D.M. 152/06; le stesse acque potranno a valle del trattamento essere impiegate per la bagnatura delle piste/strade di cantiere, il lavaggio degli stessi mezzi oppure immesse direttamente in fognatura.

### 3.2.2.3 ACQUE INDUSTRIALI

L'acqua necessaria per il funzionamento degli impianti tecnologici sarà prelevata dalla rete acquedottistica comunale o, se necessario, trasportata tramite autobotti e convogliata in un serbatoio dal quale sarà distribuita alle utenze finali. L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti.

### 3.2.2.4 IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE

L'area di cantiere sarà munita di un sistema di depurazione delle acque, sia di prima pioggia che quelle derivanti dalle attività connesse con la realizzazione dell'opera, le quali saranno o convogliate direttamente nel sistema fognario, oppure saranno sversate nei recettori esistenti previo raggiungimento dei limiti imposti dalla normativa vigente.

### 3.2.2.5 APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO

L'impianto elettrico di cantiere sarà costituito essenzialmente dall'impianto di distribuzione in Bassa Tensione (3x380V) per le utenze industriali, tra le quali principalmente:

- Impianti di pompaggio acqua industriale,
- Impianto trattamento acque reflue,
- Illuminazione esterna,
- Officina, laboratorio, uffici, spogliatoi etc.

La fornitura di energia elettrica dall'ente distributore avviene con linea cavo derivato da cabina esistente. L'impianto consta essenzialmente di:

- Cabina "punto di consegna",
- Cabina di trasformazione containerizzata completa di scomparti M.T., trasformatore, quadro Generale di distribuzione B.T. e centralina di rifasamento automatica,
- Impianto di distribuzione alle utenze in B.T. attraverso cavi alloggiati entro tubazioni in PVC interrate,
- Impianto generale di messa a terra per tutte le apparecchiature e le infrastrutture metalliche,
- Stazione di produzione energia per le emergenze.

Tutte le apparecchiature considerate saranno dimensionate, costruite ed installate nel rispetto delle normative e leggi vigenti tra le quali ricordiamo le principali:

- DPR 547 del 27-5-55 e successive integrazioni,
- DM 16-2-82 impianti elettrici installati in luoghi soggetti a prevenzione incendi,

- Legge n°46 del 5-3-90 – norme per la sicurezza degli impianti,
- Norma CEI 64-8 – impianti elettrici utilizzatori con tensione non superiore a 100V,
- Norma CEI 11-8 – impianti di messa a terra,
- Norme CEI 17-13/1-4 – quadri elettrici in B.T. per cantieri,
- Norma CEI 81-1 – protezione di strutture contro fulmini.

#### 3.2.2.6 RIPRISTINO AREE DI CANTIERE

Saranno previsti, al termine dei lavori, i ripristini di tutte le aree temporaneamente occupate, sia come aree di cantiere che come piste di cantiere. Tutte le superfici verranno ripulite da rifiuti, materiali inerti residui, conglomerati, materiale bituminoso o altri materiali estranei. In particolare, si prevede il ripristino delle aree di cantiere (ripristino suolo agrario, idrosemina o vegetazione a macchia arbustiva).

Nelle zone in cui la morfologia dei luoghi ha richiesto lo scavo a mezza costa di versanti acclivi, si adotteranno interventi stabilizzanti con reti e chiodature.

Particolare attenzione è data al suolo ed al sottosuolo delle aree di cantiere, i layout degli stessi sono stati progettati individuando aree idonee per la raccolta, il deposito e lo stoccaggio di oli e carburanti, al fine di evitare ogni percolazione possibile. Verrà effettuata la manutenzione sui macchinari e sui mezzi, le operazioni di carico e scarico carburante saranno svolte in apposite aree individuate nel layout di cantiere.

Nell'area del cantiere base, prima dell'inizio delle lavorazioni, è previsto il compattamento del terreno in modo da rendere meno permeabili i suoli oggetto dell'intervento.

### 3.3 AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO – AS 01-02

Le aree di stoccaggio temporaneo sono ubicate a Tignale, una a fianco all'altra. In particolare, la prima area (AS 01) ha dimensioni di 1700 mq mentre la seconda area (AS 02) ha dimensioni di 7800 mq. Il dimensionamento è funzione del bilancio materie al quale si rimanda per approfondimenti (cfr. 6.2).

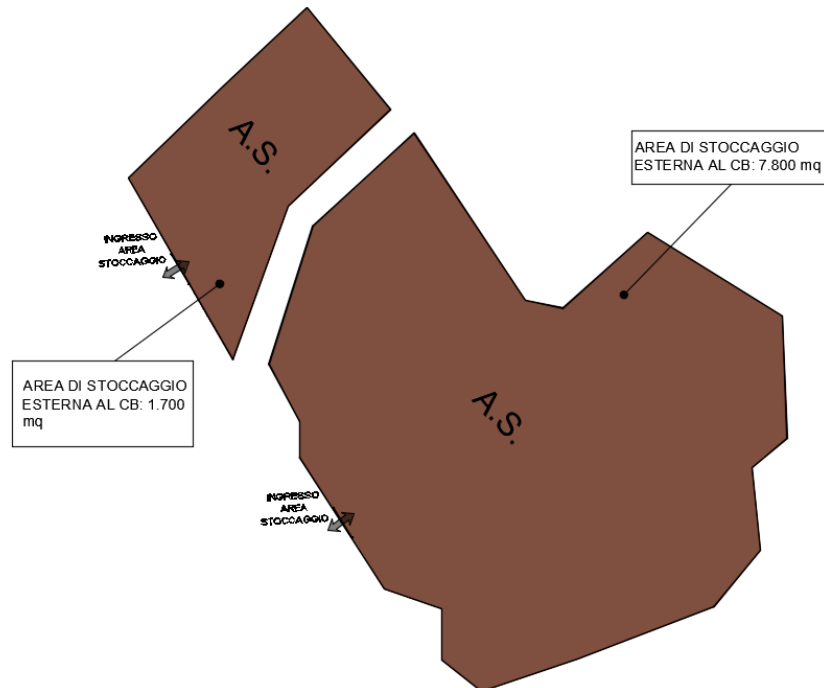


Figura 3-3 Layout e dimensioni delle aree di stoccaggio temporaneo

### 3.4 CANTIERI OPERATIVI IMBOCCO SUD ED IMBOCCO NORD – CO 01-02

#### 3.4.1 ASPETTI GENERALI

I cantieri operativi contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere, essi sono ubicati in prossimità degli imbocchi.

Nel caso di un cantiere per lavori sotterranei l'allestimento del cantiere si divide in attrezzature a cielo aperto ed attrezzature sotterranee.

Le prime sono:

- Infrastrutture generali (baracche per infermeria, servizi, guardiana),
- Installazioni tecniche esterne (gruppo elettrogeno, macchina per pali, impianti di alimentazione, ecc.).

Le Attrezzature sotterranee invece prevedono:

- Installazioni tecniche relative allo scavo di avanzamento (jumbo, chiodatrici, dumper),
- Installazioni tecniche relative all'alimentazione (energia elettrica, acqua, aria compressa, aerazione del cantiere di scavo),
- Sistemi di trasporto per materiale di scavo, calcestruzzo, betoncino proiettato e materiale da costruzione, ecc.,

- Installazioni tecniche per il rivestimento (casseri, armature, macchine per la messa in opera di betoncino proiettato).

Oltre alle attrezzature a cielo aperto, saranno presenti anche:

- Impianti di separazione e depurazione: le acque di deflusso provenienti da galleria vengono per lo più contaminate dalla sabbia e dalle polveri del materiale di scavo nonché dagli additivi chimici impiegati per lo spritz-beton (gunita), ecc. Queste contaminazioni sia fisiche che chimiche dovranno essere eliminate o neutralizzate in modo da evitare un danno a lungo termine ai corsi d'acqua. Lo stesso tipo di problema potrà esservi nel caso di fuoriuscite di acque naturali acide provocata dai lavori di perforazione.
- Ventilatori d'aerazione del cantiere di scavo: in corrispondenza del portale della galleria verranno predisposte le installazioni per l'aerazione della galleria. I ventilatori di aerazione vanno collocati in modo da non ostacolare il traffico del cantiere e da permettere di aspirare sempre aria fresca. Si deve evitare altresì di creare cortocircuiti con l'aria di scarico della galleria o con gli scarichi dei motori diesel delle attrezzature di cantiere.

### 3.4.2 SISTEMA DI AERAZIONE

I sistemi di aerazione che verranno utilizzati per la realizzazione dello scavo sarà quello di aerazione ad insufflazione d'aria.

Nel sistema di aerazione ad insufflazione (a pressione) l'aria pulita viene aspirata dal ventilatore e insufflata attraverso una tubazione dall'esterno fino ai punti di lavoro sotterranei. L'aria contaminata fluisce assieme alle polveri attraverso la sezione dello scavo verso l'esterno. I punti di lavoro vengono alimentati localmente con aria pulita, mentre i punti di lavoro retrostanti sono sottoposti al flusso di ritorno dell'aria contaminata.

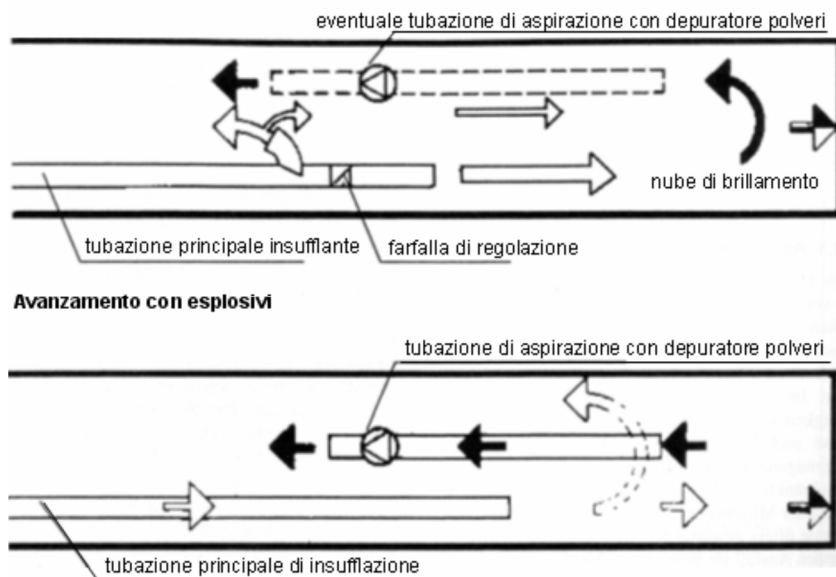


Figura 3-4 - Areazione ed insufflazione

I gas e le polveri originate dallo scavo con esplosivo o meccanizzato vengono aspirate sul luogo dove vengono prodotte e vanno scaricate all'esterno in modo tale che il personale impegnato in altri luoghi di lavoro o che transita in zone già scavate non venga messo in pericolo. Poiché la bocca di aspirazione, per motivi legati allo svolgimento dei lavori, deve essere sempre ad una certa distanza dal fronte di scavo, con una conseguente perdita di effetto aspirante, è necessario impiegare una condotta aggiuntiva per insufflare aria sul punto di avanzamento in modo da mettere in movimento la nube di polveri e gas ed inviarla verso la bocca di aspirazione un vortice.

I sistemi di aerazione combinati impiegano l'aspirazione per smaltire l'aria inquinata e l'insufflazione per introdurre aria fresca.

### 3.4.3 IMPIANTO DI DEPOLVERAZIONE

Considerate le tipologie di scavo che produrranno elevate concentrazioni di polveri minerali da non poter essere convenientemente trattate e riportate al di sotto dei limiti ammissibili solo mediante diluizione. In tali casi per garantire la necessaria sicurezza ed igiene sul lavoro si deve effettuare un'adeguata captazione e depurazione delle polveri mediante appositi impianti di depolverazione. I tipi di attività per cui sono richiesti questi sistemi di depolverazione sono:

- Scavo meccanizzato mediante con TSM,
- Applicazioni estese di spritz-beton (in particolare con sistema a secco),
- Avanzamento con esplosivo,
- Impiego di impianti di frantumazione sotterranei.

Le polveri residue dal trattamento di depurazione e i gas di brillamento vanno fatti rientrare nei limiti



ammessi mediante diluizione con aria fresca. La distribuzione di aria fresca nel sistema di avanzamento con esplosivo va regolata in modo tale che la quantità d'aria fresca fatta confluire sul fronte di scavo sia inferiore alla portata d'aria trattata nell'impianto di depurazione. Gli impianti di depolverazione nel caso di scavo con esplosivo sono perciò proponibili solo se altri sistemi più semplici non sono possibili.

Gli impianti di depurazione delle polveri sono sostanzialmente di due tipi, e precisamente:

- Depurazione a secco,
- Depurazione a umido.

Quanta maggiore è la portata d'aria da trattare, tanto maggiori sono le superfici di filtrazione necessarie. Per un dimensionamento di massima possono essere assunti i seguenti valori indicativi di riferimento:

- In caso di concentrazione di quarzo del 4 % nelle polveri fini > max. 2,0 mg/m<sup>3</sup> nell'aria di scarico dopo filtrazione o diluizione,
- In caso di concentrazione di quarzo del 20 % nelle polveri fini > max. 0,4 mg/m<sup>3</sup> nell'aria di scarico dopo filtrazione o diluizione.

La portata d'aria necessaria deve essere calcolata in relazione ai seguenti parametri:

- Dimensioni della sezione della galleria,
- Quantità di polveri prodotte,
- Distribuzione spaziale delle polveri,
- Irrigazione del materiale di scavo.

Le polveri verranno aspirate in prossimità del punto in cui si originano, cercando di captare direttamente, con adeguate misure tecniche, le fonti concentrate di polveri. L'effetto di aspirazione può essere migliorato con i seguenti sistemi:

- Posizionamento della bocca di aspirazione il più possibile in prossimità della fonte di polveri,
- Impiego di condotte di aspirazione delle polveri in lamiera liscia,
- Assicurare una velocità dell'aria nella condotta di aspirazione sufficientemente alta in modo da evitare la sedimentazione delle polveri (20 m/s).

Nell'asportare le polveri bisogna fare attenzione a non far rientrare la polvere nella galleria.

Considerato che per il rivestimento di prima fase è previsto lo spritz-beton dovrà essere utilizzata una condotta sospesa, spostabile lateralmente, le condotte in telo di plastica vanno appese a cavi tesi a distanza di 3,0 - 5,0 m tra loro.

Le distanze di attacco vanno scelte in modo tale da evitare sollecitazioni o rotture sulla condotta. Le condotte verranno appese in modo tale che anche nei periodi di pausa rimanga sempre aperta una sezione residua per ridurre la violenza dell'onda iniziale. Nei punti critici la condotta va protetta mediante apposite

fasce o selle di attacco. Nell'avanzamento con esplosivi il primo tratto di condotta, quando la si deve allungare, va sempre messo davanti in quanto protetto dall'azione dell'onda d'urto dell'esplosione e dai danni conseguenti.

Il sistema di attacco deve per quanto più possibile permettere una semplice e rapida sostituzione degli elementi di condotta danneggiati.

*Per la ventilazione nella costruzione della galleria saranno utilizzati quelli assiali. I ventilatori assiali sono apparecchi che vengono installati nel prolungamento della condotta di aerazione. Il flusso d'aria fluisce parallelamente all'asse della girante del ventilatore.* La girante è costituita da un mozzo fissato mediante puntelli al mantello tubolare esterno del ventilatore assiale. Nel mozzo è alloggiato il motore elettrico che aziona la girante del ventilatore assiale. La girante è per lo più composta da diverse pale ad angolazione regolabile in funzione della portata da fornire.

Per ridurre le emissioni sonore dei ventilatori vanno previsti appositi silenziatori, da installare, di norma, a monte ed a valle del ventilatore.

Nell'installazione, oltre alle prescrizioni del costruttore, vanno rispettate le seguenti regole:

- Nel caso di aspirazione direttamente dall'esterno va installata, davanti alla bocca di entrata del ventilatore, una rete di protezione,
- Tra il ventilatore e la condotta di aerazione va inserito un pezzo di raccordo conico,
- Per motivi igienici i ventilatori che operano nelle zone di lavoro vanno dotati di silenziatori,
- I ventilatori devono essere sempre accessibili per controlli e interventi di manutenzione.

#### 3.4.4 CANTIERE OPERATIVO CO 01 IMBOCCO SUD

Nell'area del cantiere operativo CO 01 Imbocco Sud avviene la realizzazione della paratia di imbocco, necessaria non solo per lo scavo dell'imbocco ma anche per il sostegno dell'opera idraulica dello scatolare Valle della Torre. Oltre la paratia e l'opera idraulica, in quest'area verranno realizzate una barriera paramassi, una vasca antincendio interrata ed una galleria artificiale. Quest'area rappresenta uno dei due fronti di attacco della galleria, da cui verranno smarinati i volumi dell'imbocco sud e del tronco sud i cui tempi sono riportati nel cronoprogramma allegato al presente progetto definitivo.

In particolare, di seguito si rappresenta il layout previsto per il cantiere operativo CO 01, per il quale si prevede:

- Box guardiania N° 1,
- Box in lamiera N° 2,
- Uffici N° 2,
- Infermeria N° 1,

- Spogliatoi N° 2,
- Vasca lava ruote N° 1,
- Bagno chimico portatile N° 4,
- Gruppo elettrogeno N° 1,
- Cassone metallico N° 2,
- Serbatoio fuori terra N° 1,
- Impianto di aggotamento e trattamento acque provenienti dal fronte di scavo,
- Impianto di ventilazione per la galleria,
- Impianto di aspirazione mobile,
- Gruppo di pressurizzazione antincendio,
- Serbatoio per riserva idrica,
- Nastropressa per abbattimento fanghi delle acque di lavorazione,
- Fossa di raccolta e decantazione acque di lavorazione,
- Area di stoccaggio temporaneo terre.

Il seguente layout verrà predisposto a valle della realizzazione delle opere idrauliche sopracitate.

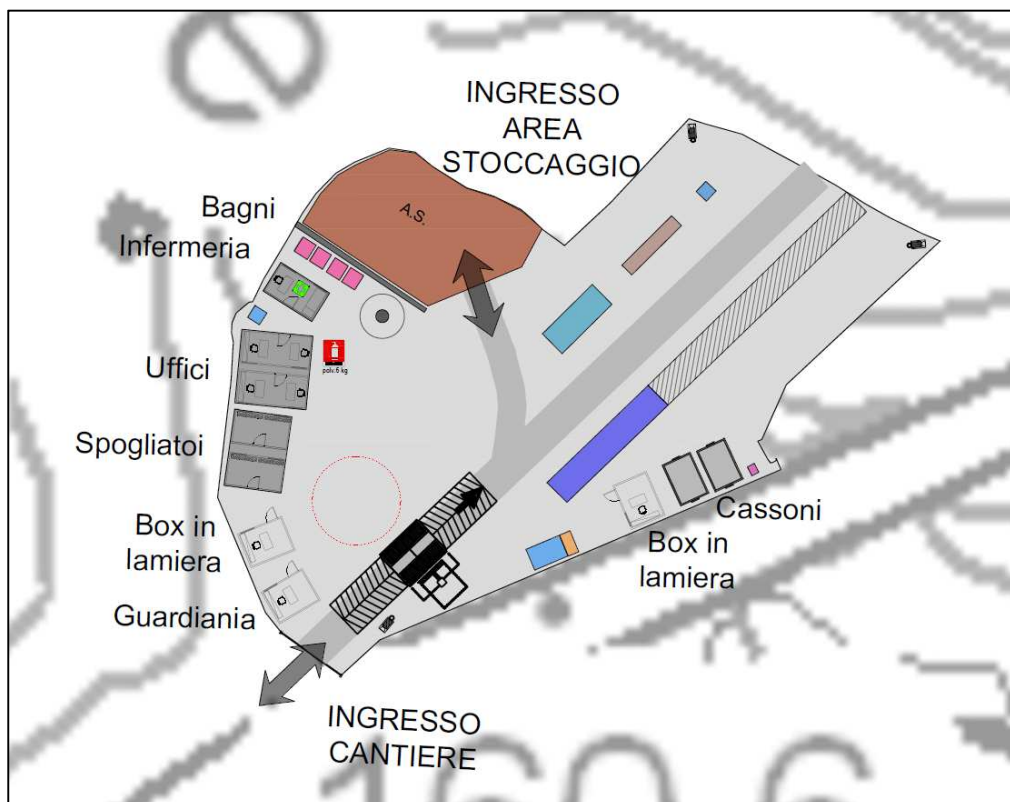


Figura 3-5 - Layout cantiere operativo all'imbocco sud (CO 01)


























LEGENDA PREFABBRICATI E IMPIANTI	LEGENDA SIMBOLI
 Spogliatoi 4.1 x 2.4 x 2.4	 Telecamera fissa
 Infermeria 4.1 x 2.4 x 2.4	 Torre faro
 Uffici 5.1 x 2.4 x 2.4	 Punto di ritrovo
 Box in lamiera 2.6 x 3.4 x 2.2	 Lavaggio ruote
 Cassone metallico 6 mc	 Estintore a polvere 6 kg
 Fossa di raccolta e decantazione delle acque di lavorazione 10 mc	
 Bagno chimico	
 Serbatoio fuori terra 1000 L	
 Impianto di aggotamento e trattamento acque di scavo	
 Impianto di ventilazione per galleria	
 Impianto di aspirazione mobile	
 Gruppo di pressurizzazione antincendio	
 Serbatoio per riserva idrica 5000 L	
 Nastropressa per abbattimento fanghi	
 Gruppo elettrogeno 10 kva	
 Area di stoccaggio temporaneo	
 Piazzale impermeabilizzato	
 Viabilità diurna	
 Viabilità notturna	
 Pista di cantiere	

Figura 3-6 Legenda layout del cantiere operativo all'imbocco sud (CO 01)

### 3.4.5 CANTIERE OPERATIVO CO 02 IMBOCCO NORD

L'area di cantiere posta all'imbocco Nord prevede la realizzazione della trincea di accesso all'imbocco, lo scavo dell'imbocco, dell'intero Tronco Nord rappresentando il secondo fronte di attacco della galleria. Saranno inoltre realizzate la galleria paramassi tipo Tensiter, la nuova sede della SP 38 e la rotatoria di raccordo tra le due viabilità principali.

In particolare, durante la Fase di lavoro 0 verrà realizzata la pista di cantiere per la trincea nord cui layout prevede l'installazione di 2 uffici, 1 infermeria, 2 bagni chimici portatili, 1 serbatoio ed 1 gruppo elettrogeno. Durante le Fasi di lavoro successive il layout previsto per il cantiere operativo CO 02 prevede:

- Box guardiania N° 1,
- Box in lamiera N° 2,
- Uffici N° 2,
- Infermeria N° 1,
- Vasca lava ruote N° 1,
- Bagno chimico portatile N° 4,
- Gruppo elettrogeno N° 1,
- Cassone metallico N° 2,
- Serbatoio fuori terra N° 1,
- Impianto di aggottamento e trattamento acque provenienti dal fronte di scavo,
- Impianto di ventilazione per la galleria,
- Impianto di aspirazione mobile,
- Gruppo di pressurizzazione antincendio,
- Serbatoio per riserva idrica,
- Nastropressa per abbattimento fanghi delle acque di lavorazione,
- Fossa di raccolta e decantazione acque di lavorazione,
- Area di stoccaggio temporaneo terre.

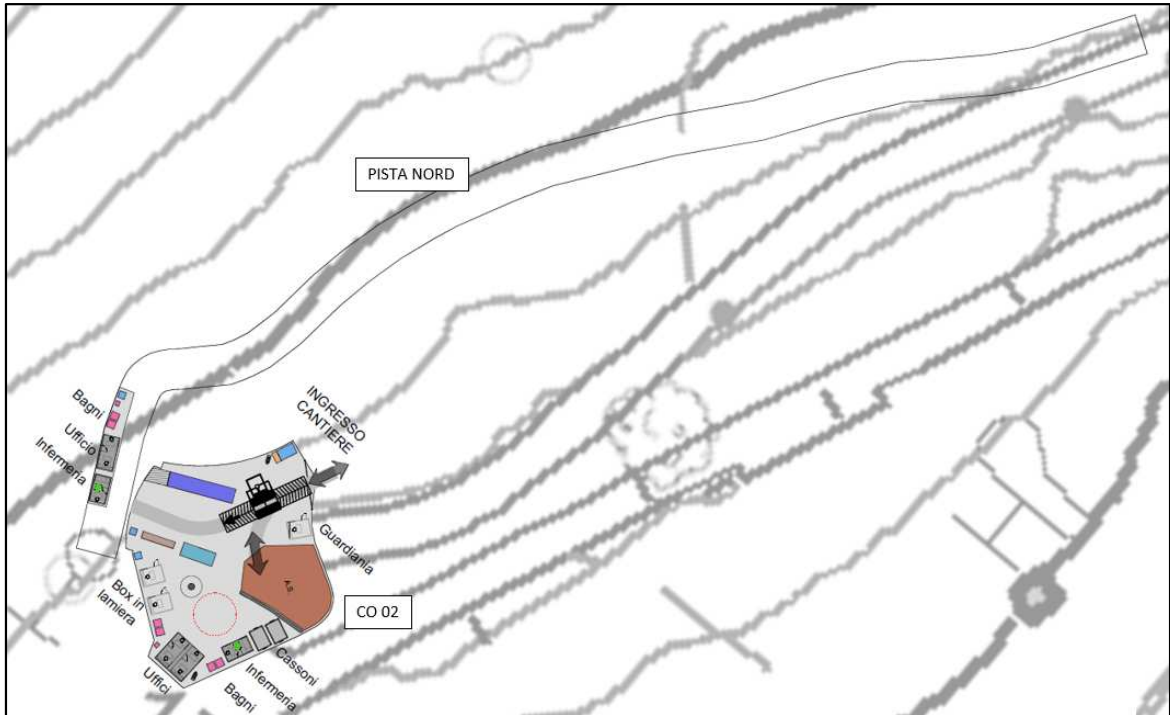


Figura 3-7 - Layout cantiere operativo all'imbocco nord ( Pista nord e CO 02) – (vista ruotata)
























LEGENDA STRUTTURE ED IMPIANTI	LEGENDA SIMBOLI
 Infermeria 4.1 x 2.4 x 2.4	 Telecamera fissa
 Uffici 5.1 x 2.4 x 2.4	 Torre faro
 Box in lamiera 2.6 x 3.4 x 2.2	 Punto di ritrovo
 Cassone metallico 6 mc	 Lavaggio ruote
 Fossa di raccolta e decantazione delle acque di lavorazione 10 mc	
 Bagno chimico	
 Serbatoio fuori terra 1000 L	
 Impianto di aggotamento e trattamento acque di scavo	
 Impianto di ventilazione per galleria	
 Impianto di aspirazione mobile	
 Gruppo di pressurizzazione antincendio	
 Serbatoio per riserva idrica 5000 L	
 Nastropressa per abbattimento fanghi	
 Gruppo elettrogeno 10 kva	
 Area di stoccaggio temporaneo	
 Piazzale impermeabilizzato	
 Viabilità diurna	
 Viabilità notturna	
 Pista di cantiere	

Figura 3-8 Legenda layout del cantiere operativo all'imbocco nord (CO 02)

#### 4 MACCHINARI E ATTREZZATURE UTILIZZATE DURANTE I LAVORI

Durante la realizzazione dell'opera si farà ricorso a macchine edili di ultima generazione (pala gommata, escavatore, elevatori meccanici, escavatori a risucchio, mezzi a controllo remoto con GPS), in grado di ridurre l'impatto ambientale (mezzi a norma Euro 4 ed Euro 5), derivante dalle emissioni di inquinanti in atmosfera (NOX, CO, ecc.).

Il contenimento delle emissioni sarà inoltre assicurato dalla continua manutenzione a cui i mezzi saranno sottoposti. Le mitigazioni e le prescrizioni atte a limitare l'inquinamento atmosferico saranno:

- Impiego di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali,
- Impiego di mezzi rispondenti ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti,
- Utilizzo di mezzi a basso consumo e ridotte emissioni,
- Utilizzo di auto di servizio del cantiere elettriche: per limitare le emissioni inquinanti in atmosfera, oltre che per ridurre i consumi, il personale utilizzerà per gli spostamenti da un cantiere all'altro autovetture ad alimentazione elettrica.

Per la realizzazione delle opere civili si può prevedere l'impiego dei seguenti macchinari principali:

- Autobetoniere,
- Autobotti,
- Autocarri e dumper,
- Autogrù idrauliche ed a traliccio,
- Autovetture,
- Carrelli elevatori,
- Casseri,
- Carri posa centine,
- Compressori,
- Escavatori,
- Escavatori con fresa puntuale,
- Motocompressori,
- Pale meccaniche,
- Perforatrici per consolidamenti,
- Pompe per acqua,
- Pompe per calcestruzzo,
- Rulli compattatori,
- Jumbo,
- Esplosivi.

Si utilizzeranno mezzi di trasporto con capacità differenziata, in modo da ottimizzare i carichi sfruttando

al massimo la capacità stessa, e in uscita dai cantieri si limiterà opportunamente la velocità sulle piste di cantiere (indicativamente a 30 km/h).

Per le attività di rifornimento verranno predisposte adeguate procedure che riducano al minimo il rischio di perdite di carburante.

Infine, si elencano, di seguito, le installazioni di impianti e attrezzature principali:

- Prefabbricati uso Uffici, Spogliatoi e servizi igienici,
- Prefabbricati uso Magazzino, officina e laboratorio,
- Cabine elettriche e gruppi elettro-generatori di emergenza,
- Vasche trattamento acque,
- Impianti antincendio,
- Aree deposito olii e carburanti,
- Impianti lavaggio ruote,
- Impianti di ventilazione in galleria,
- Sollevatori telescopici,
- Gruppi di pressurizzazione,
- Impianto nebulizzazione.



## 5 METODI DI SCAVO

### 5.1 DESCRIZIONE DEI DIVERSI METODI DI SCAVO

Tutti i metodi di avanzamento sono articolati in modo sequenziale in funzione dello sviluppo dello scavo, degli interventi di sostegno e dello smaltimento del materiale di scavo ed hanno quindi un ritmo ripetitivo.

Il metodo di scavo deve:

- Permettere lo scavo dell'ammasso roccioso nel modo più economico e rapido possibile in relazione al tipo di progetto,
- Evitare di compromettere la stabilità delle rocce,
- Evitare il più possibile scosse e vibrazioni in prossimità di infrastrutture civili,
- Rispettare il più possibile l'ambiente,
- Prevedere un tipo di rivestimento il più possibile economico.

La scelta del metodo di avanzamento più efficiente è determinata sulla base dei seguenti parametri:

- Classificazione dello scavo e dei relativi interventi di consolidamento,
- Sezione, lunghezza e pendenza della galleria,
- Resistenza e abrasività delle rocce, con riferimento al tipo di macchine per lo scavo,
- Condizioni idrogeologiche,
- Altri parametri (ad es. velocità di avanzamento necessaria).

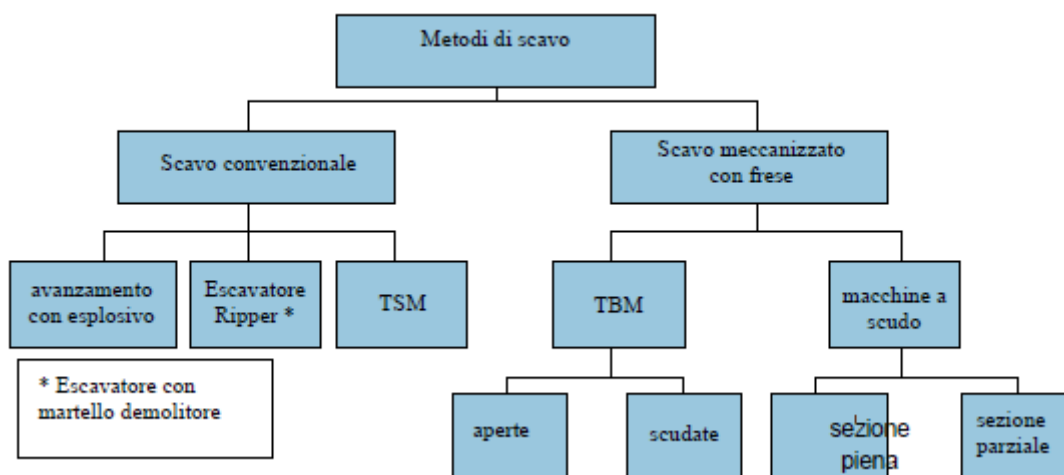


Figura 5-1 - Metodo di avanzamento in galleria<sup>1</sup>

Per un determinato tipo di avanzamento bisogna stabilire:

- Tipo di scavo,
- Interventi di sostegno dello scavo,
- Metodi di smaltimento delle acque e impermeabilizzazione,

<sup>1</sup> G.Girmscheid: *Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau*, Berlino 2000, pg. 67

- Stabilizzazione dell'ammasso roccioso,
- Scelta e configurazione delle apparecchiature e logistica del cantiere,
- Misure di controllo.

Questi elementi dipendono in modo interattivo dal sistema di costruzione e influenzano la sicurezza durante i lavori e la durata dell'opera.

I sistemi di avanzamento si possono suddividere nei seguenti gruppi:

- Avanzamento convenzionale,
- Avanzamento meccanizzato con apposite frese per gallerie.

I sistemi di avanzamento convenzionale comprendono:

- Avanzamento con esplosivo,
- Avanzamento meccanico con frese puntuali, escavatori, macchine con martello demolitore.

In caso di scavo in roccia, dove sono tecnicamente applicabili tutti i tre sistemi di avanzamento, con esplosivo, TSM (fresa puntuale) e TBM (fresa a piena sezione), la scelta tra i sistemi dipende in generale dalla lunghezza della galleria, come raffigurato nella figura seguente. In relazione alle condizioni geologiche, petrografiche e geometriche, il campo ottimale d'impiego dei vari sistemi può variare notevolmente. Ciò può ad esempio verificarsi nel caso di:

- Elevata durezza ed abrasività delle rocce (troppo dure per TSM),
- Geometria della sezione di scavo della galleria non circolare che rende impossibile l'impiego di TBM.

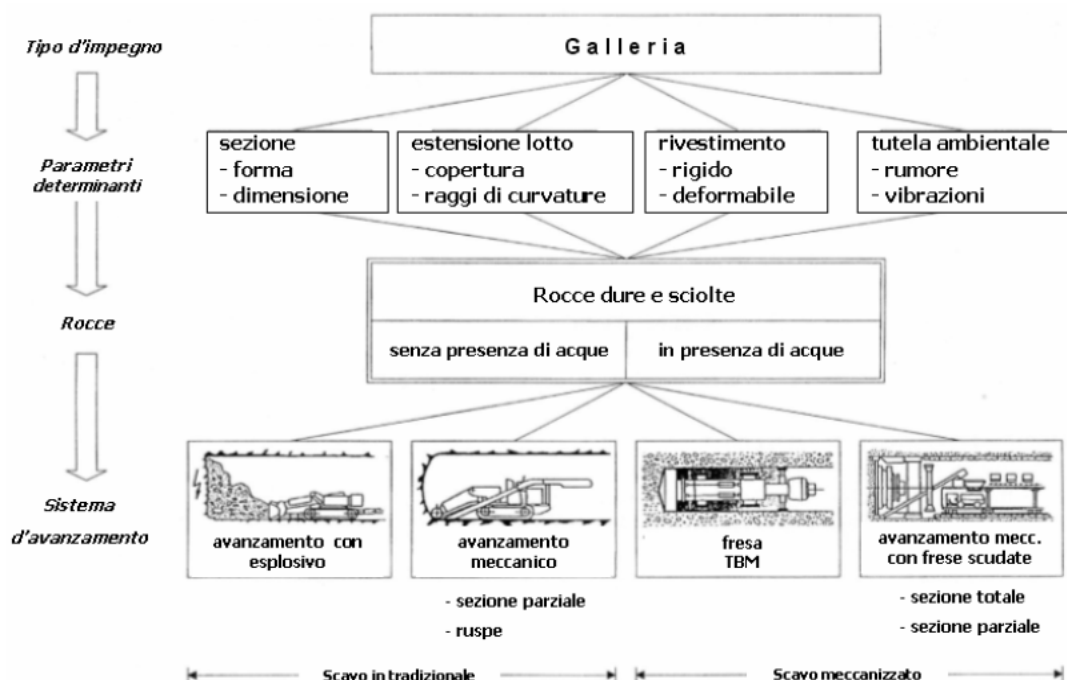


Figura 5-2 - Scelta del sistema di avanzamento

Alla luce di tutte le considerazioni soprariportate, il progetto della nuova galleria della SS 45 Bis, prevede un avanzamento con esplosivo in alternanza con uno scavo meccanizzato con fresa puntuale (TSM). L'alternanza delle due metodologie di scavo è dettata non solo dalla tipologia di terreno ma soprattutto dalla vicinanza delle esistenti gallerie che rimarranno in esercizio per tutto il tempo dei lavori.

In relazione alle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi, lo scavo sarà condotto mediante esplosivo o demolitore meccanico in presenza di roccia di buona qualità, invece in presenza di materiale scadente lo scavo verrà eseguito previa realizzazione di consolidamenti in avanzamento, mediante elementi strutturali in vetroresina iniettati. Effettuato lo scavo (a sezione quasi intera) e lo smarino, si procederà alla posa in opera del rivestimento di prima fase, mediante spritz-beton e centine metalliche. A distanza dal fronte di scavo, in funzione del comportamento deformativo del cavo, si procederà al getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio, al fine di contrastare adeguatamente il piede del rivestimento di prima fase e il getto dei rivestimenti definitivi di calotta.

Tra il rivestimento di prima fase (spritz-beton) e quello definitivo (cls) si prevede la posa in opera del manto impermeabile costituito da un telo in PVC su supporto di tessuto non tessuto. Le acque intercettate dall'impermeabilizzazione verranno smaltite da tubazioni drenanti ubicate al piede del manto in PVC protette dal tessuto non tessuto che, a loro volta, saranno collegate al canale di deflusso in asse galleria.

A seguito dell'analisi del profilo geo-meccanico di previsione, dei risultati dei sondaggi geologici si è deciso di adottare 4 sezioni di scavo, qui di seguito riportate:

- SEZIONE A2 scavo con esplosivo, le cui fasi sono: rivestimento di prima fase in spritz-beton e centine metalliche, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo o di seconda fase in calcestruzzo in parte armato per uno spessore di 60/70 cm;
- SEZIONE A2 Piazzola scavo con esplosivo, le cui fasi sono: rivestimento di prima fase in spritz-beton e centine metalliche, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo o di seconda fase in calcestruzzo in parte armato per uno spessore di 60/70 cm;
- SEZIONE B1 troncoconica con scavo in TSM le cui fasi sono: preconsolidamento mediante infilaggi, rivestimento di prima fase in spritz-beton con centine metalliche, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo o di seconda fase con calcestruzzo in parte armato di 60/105 cm;
- SEZIONE B2 troncoconica con scavo in TSM le cui fasi sono: preconsolidamento mediante infilaggi ed utilizzo di VTR al fronte, utilizzato per aumentare la resistenza del materiale costruendo uno spessore di materiale consolidato in prossimità delle zone di faglia. Il rivestimento di prima fase in spritz-beton con centine metalliche, impermeabilizzazione e per il rivestimento definitivo o di seconda fase calcestruzzo in parte armato di 60/105 cm.

SEZIONE DI SCAVO A2  
1:50

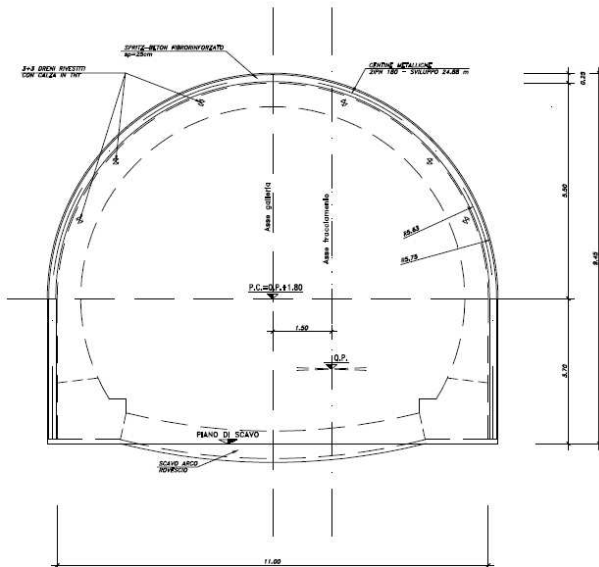


Figura 5-3 - Sezione di scavo A2

Sezione di scavo A2 PIAZZOLA  
1:50

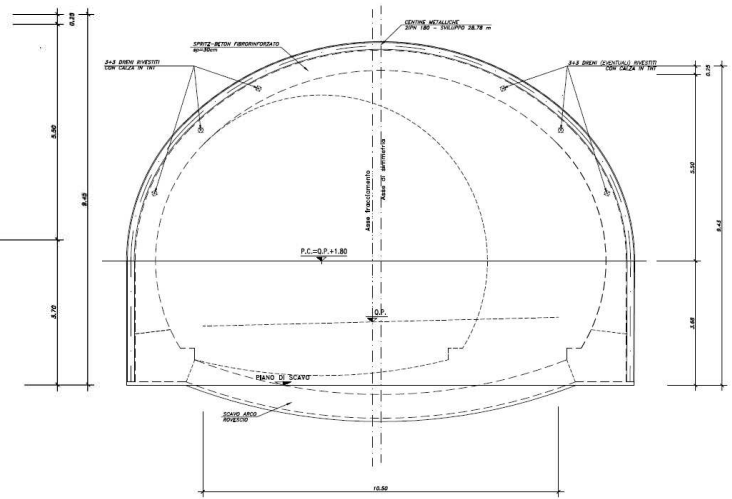


Figura 5-4 - Sezione di scavo A2 Piazzola

Sezione di scavo B1  
1:50

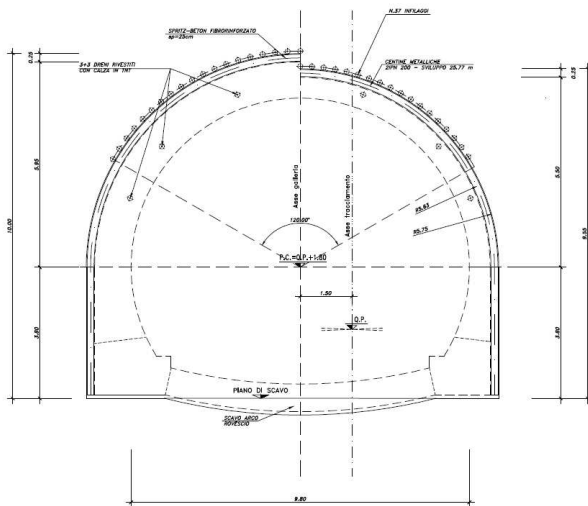


Figura 5-5 - Sezione di scavo B1

Sezione di scavo B2  
1:50

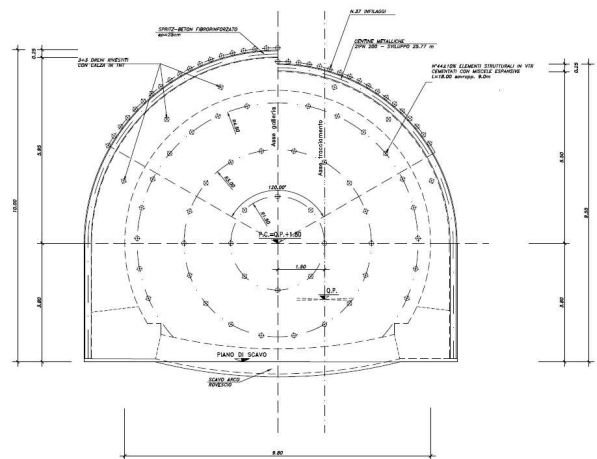


Figura 5-6 - Sezione di scavo B2

5.1.1 SCAVO D'AVANZAMENTO CON ESPLOSIVO

Nell'avanzamento con esplosivo si combinano concezioni di ingegneria geologica con metodi di lavoro

artigianali. La scelta dell'avanzamento mediante esplosivo, con protezione realizzata con spritz-beton (gunita), ancoraggi e centine di rivestimento, è condizionato a molti fattori che cambiano al variare della qualità delle rocce e del materiale sciolto eventualmente presente al fronte.

Per tale motivo lo sviluppo dei lavori e la produttività sono soggetti a oscillazioni rispetto, ad esempio, all'avanzamento mediante fresa puntuale (TSM). L'avanzamento con esplosivo viene impiegato soprattutto nel caso di rocce di resistenza medio-alta, come ad esempio in caso di elevata presenza di minerali abrasivi, ove l'avanzamento con esplosivo può risultare più idoneo ed economico rispetto all'impiego di macchinari di scavo tipo TSM. Un ulteriore vantaggio del moderno sistema di avanzamento con esplosivo rispetto all'avanzamento meccanico consiste nel fatto che il materiale di scavo risulta migliore per la produzione di inerti per calcestruzzo.

L'avanzamento con esplosivo è caratterizzato da cicli di lavoro ripetitivi, discontinui, consistenti in perforazione, caricamento, intasamento, brillamento, aerazione, protezione e allontanamento del materiale di smarino. Le singole fasi del ciclo, come pure l'intero ciclo di avanzamento con esplosivo, devono essere coordinate tra loro in modo ottimale sotto il profilo della gestione operativa, al fine di ottenere e sviluppare, attraverso elevate efficienze di costo e rendimenti di avanzamento ottimali, dei vantaggi economici rispetto ad altri sistemi di avanzamento. Per sfruttare in modo efficace questo coordinamento tra le varie componenti del processo lavorativo bisogna partire già dalla concezione generale del progetto, per impostare la sezione, la struttura della galleria e il sistema di protezione, in funzione di uno svolgimento dei lavori ottimale. A tal fine è necessario adeguare il piano di avanzamento alle condizioni geometriche e geologiche generali, onde realizzare un ciclo operativo efficiente nell'ambito delle particolari condizioni di progetto.

Per il successo del sistema di avanzamento sono particolarmente importanti i seguenti fattori:

- Precisione dei fori,
- Carica dei fori.

Ciò vale in particolare per i fori di brillamento e di delimitazione della sezione di scavo. La condizione per un efficiente sistema di avanzamento con esplosivo è l'impiego di apparecchiature di perforazione ad alta efficienza con dispositivo di caricamento e intasamento dei fori. In base alle condizioni locali, quali le dimensioni della sezione e le caratteristiche della roccia, si determinano le lunghezze delle volate, il numero di fori, la quantità di carica di esplosivo e le sequenze di scoppio. Lo schema di perforazione, la sequenza di scoppio e la quantità di esplosivo, nonché la pezzatura del materiale di scavo vanno ottimizzati mediante brillamenti di prova. I fori al contorno della sezione di scavo devono essere realizzati, per quanto possibile, parallelamente alla direzione dello scavo. In prossimità della strada esistente e degli imbocchi non sarà effettuato lo scavo con esplosivo. L'avanzamento con scavo in esplosivo sarà di 3 m giorno che per una sezione di 100 m<sup>2</sup> generano 300 m<sup>3</sup> di produzione volumi giorno.

Perforazione:

Per realizzare lo scavo con l'avanzamento con esplosivo è necessario disporre di un adeguato numero di fori eseguiti nel fronte di avanzamento che devono essere caricate con la giusta quantità di esplosivo. Con un'opportuna disposizione dei fori (schema di brillamento) si può scavare un tratto di profondità prestabilita. I fori vengono realizzati con diametri variabili da ca. 20 a 120 mm, in relazione al tipo di macchina perforatrice (manuale, pneumatica o meccanica) e di esplosivo impiegato. Gli esplosivi impiegati nella costruzione di gallerie sono costituiti generalmente da gelatina in cartucce con diametri variabili da 22 a 50 mm. Il diametro della cartuccia più comunemente impiegato è di ca. 38 mm. Perciò con le attuali macchine perforatrici, impiegate nella costruzione di gallerie vengono in genere eseguiti fori di brillamento di 45-52 mm di diametro. Le lunghezze dei fori variano, a seconda della sezione della galleria, varia tra 3 e 5 m circa. Il criterio principale per valutare la perforabilità di un ammasso roccioso è quello della durezza della roccia (resistenza a compressione e trazione), misurabile con diversi metodi.

Brillamento:

Con il termine di esplosivi si intendono in generale composti o miscele che, dopo l'innesco, ad es. mediante riscaldamento, urto o innesco elettrico, provocano una esplosione o detonazione. Alle miscele appartiene ad esempio la polvere pirica, oltre agli esplosivi che contengono nitrato d'ammonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), come la nitroglicerina, la pentrite o il trotilite. In senso più stretto si distingue tra composti detonanti, come ad esempio l'acetato di piombo o il mercurio detonante, ed esplosivi. I composti detonanti si innescano facilmente e sono sensibili all'urto e si utilizzano, di norma, per innescare gli esplosivi, molto meno sensibili all'urto. La detonazione ha una velocità di propagazione dell'onda d'urto molto maggiore rispetto all'esplosione. A seconda di detta velocità si ha un effetto di "espansione" piuttosto che di tipo "distruttivo" (da 300 a 8000 m/s). Nello scavo di ammassi rocciosi sono considerati entrambi questi effetti, e precisamente una fase di urto, in cui la roccia viene staccata e frantumata, ed una fase gassosa in cui la roccia viene scagliata a distanza. Perciò frequentemente si usa mescolare diversi tipi di esplosivo. Nella fase gassosa si sviluppano ca. 0,7-1,0 m<sup>3</sup> di gas di combustione per kg di esplosivo. Tali gas penetrano nella struttura finemente fessurata della roccia, spezzandola e scagliandola a distanza per effetto della loro forza di espansione.

Nel caso della costruzione di gallerie, dopo la realizzazione dei fori di brillamento sono necessarie le seguenti fasi operative:

- Spurgo dei fori mediante soffiatura e controllo.
- Caricamento del foro con esplosivo (per lo più in cartucce) e detonante.
- Applicazione del sistema di detonazione (installazione del circuito di accensione e collegamento del detonatore).
- Intasamento.
- Controllo del circuito di accensione.
- Accensione.

Rimozione del materiale:

Con il termine di rimozione si intende il caricamento del materiale di scavo derivante dal brillamento sui mezzi di trasporto, si parla generalmente di carico. La rimozione meccanica è una delle tecniche operative più comuni nel sistema di avanzamento con esplosivo. La corretta pianificazione delle macchine di carico più idonee sotto il profilo tecnico-economico, in armonia con la concezione complessiva di gestione dei lavori, è di importanza fondamentale per la velocità di avanzamento. Il tempo di smarino dipende in modo determinante dalle caratteristiche del materiale scavato, e precisamente:

- Pezzatura del materiale,
- Forma,
- Dimensioni massime,
- Grado di compattazione.

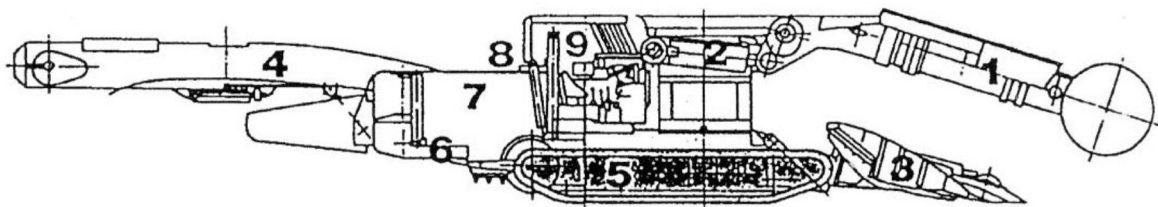
Gli apparecchi di rimozione sono per lo più sviluppati con soluzioni speciali in funzione delle necessità operative in sotterraneo. I requisiti di tali apparecchi sono i seguenti:

- Efficienza funzionale nelle condizioni di limitatezza di spazio in galleria,
- Particolare robustezza dell'intero sistema meccanico, idraulico, di comando, ecc.,
- Elevato rendimento di prestazioni,
- Ridotta incidenza di guasti,
- Facilità di impiego e manutenzione.

#### 5.1.2 AVANZAMENTO MECCANICO MEDIANTE FRESE PUNTUALI (TSM)

La macchina fresatrice puntuale è un'apparecchiatura multifunzionale che esegue diverse operazioni distinte. La macchina è strutturata in modo da effettuare sia lo scavo meccanico della roccia sul fronte di avanzamento, sia la rimozione del materiale scavato, sollevandolo meccanicamente e quindi caricandolo, mediante trasportatori continui, sui mezzi di trasporto.

La TSM, dato il suo notevole peso e le condizioni molto impegnative in cui opera, è montata su un carrello cingolato. La macchina è costituita dagli elementi raffigurati in figura seguente.



1. Braccio fresatore      2. Meccanismo di orientamento      3. Attrezzatura di carico 4. Trasportatore a catena 5. Carrello cingolato 6. Telaio 7. Apparato elettrico 8. Apparato idraulico 9. Posto di guida

*Figura 5-7 - Fresa Puntuale TSM*

La TSM è quindi in grado di svolgere le seguenti funzioni:

- Demolizione del fronte di avanzamento (scavo del materiale) mediante la testa fresatrice,

- Ripresa del materiale mediante attrezzatura di carico,
- Trasporto del materiale mediante nastro trasportatore continuo fino al punto di carico direttamente su mezzi di trasporto o su nastri trasportatori continui secondari.

#### **Campo di impiego delle macchine TSM:**

In caso di rocce con caratteristiche di resistenza medie (50 – 80 N/mm<sup>2</sup>) le macchine fresatrici puntuali possono essere impiegate con buoni rendimenti di scavo, soprattutto se le rocce sono caratterizzate da discontinuità dovute, per esempio, a strati e fessurazioni (vedi profilo geologico).

Quanto maggiore è la resistenza delle rocce, tanto maggiore deve essere la potenza dei motori della testa fresatrice ed il peso della macchina, al fine di rendere economicamente conveniente lo scavo. Riassumendo, le condizioni di impiego ottimali sotto il profilo economico per una macchina TSM sono le seguenti:

- Lunghezza della galleria medio-corta (ca. < 3 km) in rocce tenere,
- Galleria con sezioni variabili,
- Progetti con termini di avvio piuttosto rapidi (tempi di cantierizzazione abbastanza brevi),
- Progetti in cui, a causa delle vibrazioni, non è consentito l'avanzamento con esplosivo e in cui la lunghezza della galleria è troppo ridotta per l'impiego di una fresa TBM.

Grazie alla loro flessibilità le macchine TSM si rivelano idonee anche nel caso di rocce con scadenti condizioni geomeccaniche che richiedono interventi di sostegno impegnativi. Inoltre, tali macchine permettono, come tutti i sistemi di avanzamento meccanizzato, di arrecare limitato disturbo all'ammasso roccioso della sezione di scavo rispetto al sistema di avanzamento con esplosivo. Tutto ciò ha un effetto positivo per diminuire gli interventi di sostegno e nella durata delle opere.

#### **Aspirazione delle polveri:**

**La fresatura della roccia comporta la produzione di molta polvere** che può provocare gravi malattie professionali, quali la silicosi. Pertanto, sono fissati dei requisiti molto severi per quanto riguarda l'abbattimento delle polveri. **Quello dell'aerazione e dell'abbattimento delle polveri, in caso di impiego di macchine TSM, è un elemento gestionale indispensabile per garantire la salute dei lavoratori.**

A seconda della potenzialità di fresatura la produzione di polveri può variare da 2000 a 6000 g/m<sup>3</sup> di roccia compatta. All'aumentare della durezza della roccia aumenta anche la produzione di polveri con un incremento della frazione più fine. La concentrazione di polveri misurata nelle dirette vicinanze della macchina TSM varia da 1200 a 4000 mg/m<sup>3</sup> di aria, con possibili punte di 8000 mg/m<sup>3</sup>. Per l'abbattimento delle polveri data la sezione di 100 mq verranno impiegati filtri a umido che necessitano spazi minori, anche se hanno una minore resa.

#### **TSM – Vantaggi e svantaggi**



I vantaggi e gli svantaggi delle frese (TSM) si possono così riassumere:

Vantaggi:

- Basse vibrazioni durante lo scavo,
- Possibilità di adattamento a variazioni di sezione e di caratteristiche delle rocce,
- Accessibilità al fronte di scavo per ulteriori interventi di sostegno e di eduazione delle acque,
- Continuità del ciclo di lavoro: scavo, rimozione, trasporto,
- Precisione del profilo di scavo (minori quantità di materiali di scavo rispetto all'avanzamento con esplosivo),
- Limitato disturbo dell'assetto dell'ammasso roccioso (rispetto all'avanzamento con esplosivo).

Svantaggi:

- Possibilità di scavo economico solo nel caso di rocce di bassa-media durezza,
- Elevato consumo degli utensili di taglio,
- Avanzamento in generale più lento rispetto all'avanzamento con esplosivo.

**Interventi di sostegno**

Interventi di sostegno flessibili e deformabili aumentano le capacità portanti della roccia, per tale motivo la protezione dovrebbe essere realizzata il più presto possibile o mediante spritz-beton, ancoraggi, reti, centine, ecc. In tal modo si contribuisce a mantenere unita la struttura fessurata della roccia. Attraverso tali interventi si possono ridurre notevolmente o evitare del tutto crolli o smottamenti che possono alterare la geometria della calotta. Possibili rilasci della roccia possono essere ridotti al minimo mediante sigillatura superficiale con spritz-beton.

Gli interventi di sostegno non sono importanti solamente per la protezione della calotta e/o delle pareti della galleria, ma devono anche essere finalizzati a "chiudere" la sezione di scavo.

Saranno eseguiti i seguenti interventi:

- Spritz-beton, spritz-beton associato a fogli di rete elettrosaldata, spritz-beton con fibre in acciaio,
- Centine in acciaio,
- Ancoraggi,
- Chiodi,
- Calcestruzzo.

## 6 PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO

Per la gestione delle terre e rocce da scavo del presente progetto definitivo si è redatto un Piano Preliminare di Utilizzo delle terre e rocce da scavo secondo quanto disciplinato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell'art. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell'art. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 e con Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 del 13 giugno 2017, entrato in vigore il 28 agosto 2017.

Propedeutico alla redazione del piano è stato eseguito un piano di indagini, di sito e laboratorio per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo, ove sono stati definiti sia l'ubicazione dei punti d'indagine, il numero, la modalità dei campionamenti ed i parametri ambientali da definire. A valle di tali indagini è stato redatto un bilancio delle terre, con le indicazioni delle cubature previste, delle modalità e delle volumetrie previste delle terre e rocce da scavo eventualmente da riutilizzare, una volta accertata la non contaminazione.

Il Piano Utilizzo Terre redatto in fase di Progetto Definitivo non esula comunque che prima dell'avvio dei lavori, in conformità all'art. 24 comma 2, dovrà essere effettuato il campionamento dei terreni nell'area interessata dai lavori e la loro caratterizzazione per accertarne l'assenza di contaminazione al fine di riutilizzarli allo stato naturale. Sempre in fase di esecuzione, una volta stabilita l'idoneità all'utilizzo delle terre e rocce da scavo, come sottoprodotto, dovrà essere redatto un progetto che riporterà le cubature definitive dei materiali scavati, le caratteristiche qualitative e prestazionali delle terre e rocce da scavo da riutilizzare, l'identificazione dei siti di deposito intermedio e la loro durata nonché i siti di destinazione definitiva.

Il presente Piano di Utilizzo Preliminare contiene le informazioni necessarie ad appurare che le terre e rocce da scavo derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali, limitando, di fatto, il ricorso all'approvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti e la riduzione della destinazione degli stessi materiali a forme di smaltimento.

### 6.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

I riferimenti normativi per la redazione del presente Piano di Utilizzo Preliminare delle terre e rocce da

scavo quali sottoprodotti sono costituiti dagli artt. 183 e 184bis del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., dall'art. 49 del DL 24 gennaio 2012, n. 1 e dal Decreto Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017 n. 120.

Decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.

Con il Decreto Legislativo del 3 dicembre 2010, n. 205, di recepimento della direttiva 2008/98/CE, sono state apportate importanti modifiche alla Parte IV del D.Lgs 152/2006; in particolare, le terre provenienti dagli scavi possono essere riutilizzate e non destinate a rifiuto se riconducibili alla categoria dei sottoprodotti di cui **all'art. 183 lettera qq)**, che recita: qq) sottoprodotto: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2."

**All'art. 184-bis** sono individuate le condizioni da rispettare affinché alcuni tipi di sostanze e oggetti possano essere considerati sottoprodotti. In tale articolo viene, di fatto, ripresa la definizione comunitaria di sottoprodotto e viene inserito il concetto di normale pratica industriale:

*1. È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:*

- a) La sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
- b) È certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
- c) La sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d) L'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.*

*2. Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinché specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformità a quanto previsto dalla disciplina comunitaria.*

Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 del 13 giugno 2017

La gestione come sottoprodotto delle terre e rocce da scavo prodotte nell'ambito di un cantiere è normata dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto – legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazione, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale

n. 183 del 7 agosto 2017 ed entrato in vigore il 22/08/2017.

Con l'entrata in vigore del D.P.R., vengono abrogati (art. 31): il decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela e del territorio e del mare 10 agosto 2012, n. 161; l'art. 184 bis, comma 2bis del D.Lgs. 152/06; gli artt. 41, comma 2 e 41 bis del D.L. 21/06/2013, convertito con modificazioni dalla legge 09/08/2013 n. 98.

I punti principali del decreto, che si articola in 6 Titoli suddivisi in 31 articoli e in 10 allegati, sono i seguenti:

- Gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'art. 184 bis del D.Lgs. 152/2006, provenienti da qualunque tipologia di cantiere (piccole dimensioni, grandi dimensioni non assoggettati a VIA o AIA e grandi dimensioni assoggettati a VIA o AIA) (Titolo II - Capo II, Capo III e Capo IV);
- Disciplina del deposito temporaneo delle terre qualificate come rifiuti (Titolo III);
- Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (Titolo IV);
- Gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica (Titolo V).

Tra le novità del DPR, **all'art. 2** l'introduzione delle seguenti definizioni:

- *Lavori: comprendono le attività di costruzione, scavo, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione di opere;*
- *Suolo: lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi, comprese le matrici materiali di riporto ai sensi dell'articolo 3, comma 1, del D.L. 25 gennaio 2012, n.2, [...];*
- *Terre e rocce da scavo: il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso.*

La definizione di normale pratica industriale ricalca in gran parte quella dell'Allegato 3 del DM 161/2012 dove non compare più il trattamento a calce, mentre si specifica che l'applicazione della normale pratica industriale non deve recare danno all'ambiente.

**L'art. 4** stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo possano essere qualificate come sottoprodotti (comma 1 e 2):

- a) *Devono essere generate durante la realizzazione di un'opera di cui costituiscono parte integrante; l'utilizzo è conforme al piano di utilizzo ex art. 9 o alla dichiarazione di utilizzo per i piccoli cantieri ex art. 21;*
- b) *Sono idonee ad essere utilizzate direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- c) *Soddisfano i requisiti di qualità ambientale previsti dai capi II, III e IV del DPR.*

Il comma 3 del medesimo articolo stabilisce, inoltre, che nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'Allegato 10; il comma 4 definisce le modalità di utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo contenenti amianti in affioramenti naturali.

La sussistenza dei requisiti riportati ai precedenti commi è attestata attraverso la predisposizione e la trasmissione del Piano di Utilizzo o della Dichiarazione di Utilizzo.

Altro tema importante trattato all'interno del Capo I è quello del deposito intermedio (art. 5) il quale potrà essere effettuato nel sito di produzione, nel sito di destinazione o in altro sito, a condizione che siano rispettati i requisiti previsti dal medesimo articolo. In particolare, in aggiunta ai requisiti già previsti dal D.M. 161/2012, è stabilito che, il sito in cui può avvenire il deposito intermedio deve rientrare nella medesima classe di destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione, nel caso di sito di produzione i cui valori di soglia di contaminazione rientrano nei valori di cui alla colonna B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Il deposito intermedio, inoltre, non può avere durata superiore alla durata del P.U. e, decorso tale periodo, viene meno la qualifica di sottoprodotto delle terre e rocce non utilizzate in conformità del P.U., con conseguente obbligo di piena applicazione delle disposizioni sui rifiuti di cui al D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Al Capo II è contenuta la specifica disciplina delle terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di grandi dimensioni, ovvero quelli in cui sono prodotte terre e rocce in quantità superiori a seimila metri cubi e assoggettati a procedure di VIA o AIA. Nel dettaglio, gli art. dall'8 al 19 si applicano alla gestione delle terre e rocce generate nei cantieri di grandi dimensioni, come definiti nell'art. 2, comma 1, lettera u), che, sulla base della caratterizzazione ambientale effettuata in conformità agli allegati 1 e 2, soddisfano i requisiti di qualità ambientale previsti dall'Allegato 4 per le modalità di utilizzo specifico (art.8).

Tali disposizioni normative sono quelle a cui fare riferimento per il progetto in esame.

Per tali cantieri, la gestione delle terre e rocce prevede la predisposizione del Piano di Utilizzo (in seguito P.U.) il quale deve essere redatto in conformità alle disposizioni dell'Allegato 5.

Il P.U. deve essere trasmesso dal proponente all'autorità competente per via telematica almeno 90 giorni prima dell'inizio dei lavori o comunque prima della conclusione del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale; trascorsi novanta giorni dalla presentazione del P.U. all'autorità competente, il proponente può avviare la gestione delle terre nel rispetto del P.U. Le direttive relative all'efficacia, l'aggiornamento, la proroga e la realizzazione del P.U. sono riportate agli artt. 14, 15, 16 e 17.

Si tralascia in questa sede quanto stabilito dal Capo III, in quanto relativo alla disciplina delle "terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di piccole dimensioni", e dal Titolo V, perché relativo alle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

A completamento del quadro di riferimento normativo sul tema delle terre e rocce da scavo, si riporta nel seguito quanto definito dalla **Circolare del ministero dell'Ambiente** indirizzata alle regioni e alle Provincie autonome del 10.11.2017 avente ad oggetto chiarimenti interpretativi sulla disciplina delle matrici materiali di riporto.

La circolare, a seguito di una disamina della vigente normativa di settore sul tema, al punto III "Gestione delle terre e rocce da scavo contenenti matrici materiali di riporto", **chiarisce quanto segue:**

- a) *Le terre e rocce da scavo contenenti matrici materiali di riporto nei limiti di cui all'articolo 4, comma 3, del DPR n. 120/2017, che risultino conformi al test di cessione e non risultino contaminate, possono essere gestite come sottoprodotti;*
- b) *Le terre e rocce da scavo contenenti matrici materiali di riporto non contaminate e conformi al test di cessione ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto-legge n. 2 del 2012 possono essere riutilizzate in situ in conformità a quanto previsto dall'articolo 24 del DPR n. 120/2017.*
- c) *Le terre e rocce da scavo contenenti matrici materiali di riporto contaminate e non conformi al test di cessione ai sensi del comma 3 dell'articolo 3 del decreto-legge n. 2 del 2012, in relazione ai successivi interventi normativi rappresentati dall'articolo 34, commi 9 e 10, del decreto-legge n. 133 del 2014 e dall'articolo 26 del DPR n. 120/2017 sono fonti di contaminazione".*

In sintesi, la circolare chiarisce che nel caso in cui le matrici materiali di riporto rispettino la conformità alle concentrazioni soglia di contaminazione/valori di fondo naturale, e pertanto non risultino essere contaminate, ne è sempre consentito il riutilizzo in situ, mentre, nel caso in cui nelle matrici materiali di riporto sia presente una fonte di contaminazione, è necessario procedere alla eliminazione di tale fonte, e non dell'intera matrice materiale di riporto, prima di poter riutilizzare in situ il materiale di riporto stesso.

**In merito a quanto sopra riportato e in relazione all'intervento in oggetto si può asserire quanto segue:**

- Si considera come opera, ai sensi dell'art. 2, comma aa), del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di costruzione della variante in galleria dal km 86+567 al km 88+800 della S.S. 45bis "Gardesana

occidentale”;

- I materiali di scavo sono costituiti prevalentemente da suolo e sottosuolo derivanti da attività di scavo meccanico, senza l'utilizzo di elementi antropici o additivi;
- I siti di produzione da cui è generato il materiale da scavo sono le parti d'opera in cui è stata suddiviso l'intervento, in funzione della loro ubicazione, così come individuati nel presente Piano di Utilizzo;
- Il sito di deposito intermedio previsto sarà allestito vicino al cantiere base e sarà anche sede delle operazioni di frantumazione e vagliatura necessarie a conferire ai materiali le caratteristiche granulometriche utili al loro riutilizzo all'interno dell'opera;
- I siti di destinazione finale previsti sono le parti d'opera interne al cantiere, come descritte all'interno del presente Piano di Utilizzo e gli impianti utilizzati;
- Il Proponente che presenta il Piano di Utilizzo è ANAS S.p.A.;
- L'Esecutore che attuerà il Piano di Utilizzo sarà un soggetto (o più soggetti) designato da ANAS S.p.A., affidatario dei lavori in oggetto.

## 6.2 BILANCIO MATERIE

Il bilancio materie elaborato ha previsto di massimizzare il riutilizzo in sito dei materiali provenienti dagli scavi, tuttavia a causa della tipologia di opere da realizzare (quasi esclusivamente scavi in sottoterraneo) si avrà una forte preponderanza di scavi rispetto ai possibili riporti. Altra criticità del progetto è l'esigua disponibilità di aree di cantiere/depositi intermedi per lo stoccaggio temporaneo dello smarino a causa della morfologia acclive dei luoghi in cui si sviluppa l'opera.

In ogni caso, con le limitazioni di cui sopra, la previsione del bilancio dei materiali è stata elaborata allo scopo di:

- Ridurre il ricorso a cave di prestito per gli approvvigionamenti;
- Mitigare l'impatto nell'utilizzo di risorse naturali di cava, e mitigare quello conseguente alla movimentazione e trasporto dei materiali in corso d'opera;
- Ridurre i materiali da destinare a deposito/rifiuto, con indubbi vantaggi in termini economici per la corrispondente riduzione dei costi diretti.

Si riportano qui di seguito le tabelle relative al bilancio terre distinguendo i fabbisogni dei materiali necessari per la realizzazione dell'opera, i materiali di scavo prodotti e potenzialmente riutilizzabili nell'ambito dello stesso progetto e quelli in esubero.

Le valutazioni eseguite riguardano quindi:

- Produzione totale dei materiali provenienti dagli scavi (galleria, imbocchi, realizzazione di fondazioni dirette e profonde delle principali opere d'arte);

- Fabbisogno di materiali occorrenti limitati, vista la tipologia di opera da realizzare, al riempimento dell'arco rovescio e rinterro agli imbocchi della galleria.

Inoltre, per una corretta valutazione del bilancio delle terre, i quantitativi volumetrici di terreno scavato (mucchio) sono ottenuti dai volumi di scavo geometrico considerando un rigonfiamento percentuale per effetto della modalità di escavazione ed in funzione della litologia interessata. La percentuale di rigonfiamento del materiale smosso, per effetto dello scavo sul materiale in banco è stata stimata variabile fra il 30% e il 60%, la percentuale maggiore è stata applicata in corrispondenza di roccia litoide. Per valutare i volumi di materiale riutilizzato (volume geometrico ricompattato) si è adottato un fattore di compattazione, partendo dal volume di materiale sciolto, di 1,20 per la messa in opera dei materiali inerti per tener conto del costipamento effettuato.

I volumi e le modalità di gestione dei materiali di scavo che concorrono al bilancio materie sono sinteticamente descritti di seguito e riportati nella seguente Tabella.

PRODUZIONE COMPLESSIVA MATERIALE DA SCAVO				FABBISOGNO				RIUTILIZZO IN SITO			ARROVIGIONAMENTO ESTERNO	ESUBERO		
Attività	Volume complessivo (m <sup>3</sup> banco)	Coef. rig.	Volume (m <sup>3</sup> smossi)	Volume (m <sup>3</sup> banco)		Volume CLS (m <sup>3</sup> banco)	Volume (m <sup>3</sup> smossi)	Coef. comp.	Volume (ricompattato geometrico m <sup>3</sup> )	Volume complessivo (m <sup>3</sup> smossi)	Volume complessivo (m <sup>3</sup> smossi)	Volume (ricompattato geometrico m <sup>3</sup> )	Destinazione	
Alsaggio gallerie esistenti	6.563	1,60	10.501	Inerti per riempimento arco rovescio galleria esistente	875	CLS per galleria esistente	3.000	4.650	1,20	3.875	0	286.028	238.356	Dep. definitivo
Scavo gallerie naturali	182.600		292.160	Inerti per riempimento arco rovescio galleria	18.820	CLS per galleria	49.130	81.540	1,20	67.950				
Scavo 4 by-pass pedonali	7.500		12.000											
Scavo 1 by-pass carrabile	4.000		6.400											
Trincea sud	2.100	1,30	2.730	Inerti per ritombamento imbocco sud	444	CLS imbocco sud	672	1.339	1,20	1.116				
Scavo imbocco sud	2.022	1,50	3.033	Inerti per ritombamento tombino	304	CLS tombino e vasca	444	898	1,20	748				
Scavo tombino imbocco sud + vasca	1.569	1,30	2.040											
Imbocco nord + trincea nord per nuova viabilità	30.001	1,50	45.002								Inerti per ritombamento imbocco nord	151	CLS vasca imbocco nord	44
Scavo pali	150	1,30	195	---	---	---	---	---	---	0	195	150	Discarica	
Edificio Impianti	---	---	---	Edificio impianti	---	Edificio Impianti	101	121	1,20	101	0	---	---	---
Galleria Impianti	1.350	1,30	1.755	---	---	Galleria Impianti	675	810	1,20	675	0	---	---	---
<b>Totale</b>	<b>237.855</b>		<b>375.815</b>		<b>20.594</b>		<b>54.066</b>	<b>89.592</b>		<b>74.660</b>	<b>0</b>	<b>286.223</b>	<b>238.506</b>	

Figura 6-1 - Bilancio Materie

I lavori di costruzione della variante in galleria della S.S. 45 bis "Gardesana occidentale" porteranno dunque alla produzione complessiva di circa 237.855 m<sup>3</sup> in banco (circa 375.815 m<sup>3</sup> in smossi). Il riutilizzo in sito ammonta a circa 89.592 m<sup>3</sup> ricompattato (volume ricompattato 74.660 m<sup>3</sup>) da destinare essenzialmente al riempimento dell'arco rovescio, ai ritombamenti di altre opere (imbocchi, zona in trincea ecc.) ed il calcestruzzo coprendo tutto il fabbisogno come riportato in Figura 6-1.

Le terre e rocce da scavo in esubero che non potranno essere riutilizzate per il completamento di parti d'opera, circa 286.028 m<sup>3</sup> (volume smosso), saranno destinate al riutilizzo esterno in qualità di sottoprodotto per il rimodellamento morfologico in 4 cave attive individuate sia a sud che a nord del sito, i cui



titolari delle concessioni hanno manifestato disponibilità ad accettare il materiale, come riportato nella tabella seguente Figura 6-2.

QUANTITATIVI DA CONFERIRE ALL'ESTERNO COME SOTTOPRODOTTI (m <sup>3</sup> smossi)	OPERATORE	UBICAZIONE SITO	TIPOLOGIA MATERIALI	VOLUMI DISPONIBILI DICHIARATI	VOLUMI DISPONIBILI PER LA DURATA LAVORI 3 ANNI	VOLUMI CHE SI PREVEDE CONFERIRE		DISTANZA SITO/CANTIERE km	PRINCIPALE VIABILITA' INTERESSATA
				(m <sup>3</sup> banco)	(m <sup>3</sup> banco)	(m <sup>3</sup> smossi)	(m <sup>3</sup> ricompattati)		
286.028 m <sup>3</sup>	Tignale Scavi	Località Sopravie di Prabione (Tignale - BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	50.000/anno	150.000	142.705	129.732	10	SP38
	Tassi Srl	Località Cilibbio - Sabbio Chiese (BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	50.000/anno	150.000	68.200	62.000	32	SS 45bis - SS237
	Gestione Cave	Località Marsina (Gavardo- BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	150.000 (attuali)	100.000	50.000	45.455	31	SS 45bis - SP26- SP116
	Meloni Guido & Figli Snc	Calvagese della Riviera (BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	50.000/anno	150.000	25.123	22.839	34	SS 45bis - SP26
	Moreni Raffaele & C. Snc	Calvagese della Riviera (BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	50.000/anno	150.000	Impianto di riserva	---	34	SS 45bis - SP26
	Panni Srl	Località Fenilazzo (Bedizzole - BS)	Terra e rocce da scavo (sottoprodotto)	50.000/anno	150.000	Impianto di riserva	---	41	SS 45bis
TOTALE				400.000	850.000	286.028	260.025		
QUANTITATIVI DA CONFERIRE COME RIFIUTI (m <sup>3</sup> smossi)	OPERATORE	UBICAZIONE SITO	TIPOLOGIA MATERIALI	VOLUMI DISPONIBILI DICHIARATI	VOLUMI DISPONIBILI PER LA DURATA LAVORI 3 ANNI	VOLUMI CHE SI PREVEDE CONFERIRE		DISTANZA SITO/CANTIERE km	PRINCIPALE VIABILITA' INTERESSATA
				(m <sup>3</sup> banco)	(m <sup>3</sup> banco)	(m <sup>3</sup> smossi)	(m <sup>3</sup> ricompattati)		
195 m <sup>3</sup>	MDC srl	Calvagese della Riviera (BS)	Rifiuto CER 170504 CER 170302	150.000	100.000	195	177	34	SS 45bis - SP26
	Edilquattro srl	Borgosatollo (BS)	Rifiuto CER 170504 CER 170302	2.800/anno	28.000	Impianto di riserva	---	57	SS45bis

Figura 6-2 - Esubero Materiali

Un volume di 195 m<sup>3</sup> di terre e rocce da scavo risultano non idonee poiché prodotte dagli scavi dei pali della paratia dell'imbocco sud e sarà dunque gestito in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs 152/06 presso impianti di recupero e/o discariche.

La gestione delle terre e rocce da scavo del presente Progetto Definitivo, prevede un sito di produzione dei materiali di scavo (la galleria Muslone e le zone di imbocco), un sito di riutilizzo (stesso cantiere) e 6 siti di deposito definitivo individuati in cave attive che accettano terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotto per rimodellamento morfologico. Soltanto una porzione ridotta sarà gestita come rifiuto e destinata ad impianto di recupero/discarica.

Con riferimento al fabbisogno per la produzione dei calcestruzzi gettati in opera saranno prodotti nel cantiere stesso, per cui l'area di cantiere CB 01 prevede difatti la frantumazione, vagliatura e produzione di calcestruzzo coprendo così il fabbisogno dell'intero cantiere. Per i conglomerati bituminosi, per la realizzazione della pavimentazione stradale, invece il progetto prevede il loro approvvigionamento in forma preconfezionata.

### 6.3 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E DI DESTINAZIONE FINALE DEI MATERIALI IN ESUBERO

In questa fase progettuale è stata condotta un'analisi territoriale, sviluppata in un ambito sufficientemente esteso intorno al tracciato, volta all'individuazione di siti estrattivi utilizzabili per l'approvvigionamento di materiali necessari alla realizzazione delle opere previste, e per conferire i volumi di materiale in esubero che non potranno essere impiegati nell'ambito del progetto in esame.

Nel seguito si riportano gli operatori contattati in fase di stesura del Piano Preliminare di Utilizzo che hanno manifestato interesse a fornire/accettare i materiali previsti nell'ambito del progetto.

#### 6.3.1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEI SITI DI APPROVVIGIONAMENTO

Lo studio è stato condotto nell'ottica di verificare la presenza sul territorio di:

- Impianti (cave) in grado di fornire quantità di materiale (inerti) sufficiente alla realizzazione delle opere,
- Siti di conferimento autorizzati (ripristino cave dismesse),
- Discariche dove verranno conferiti i rifiuti derivanti dalle attività produzione.

Complessivamente sono state censite n. 4 cave. Nella Figura 6-2 è riportato l'elenco dei siti di approvvigionamento individuati. Dalla tabella si evince che le cave indicate hanno complessivamente una potenzialità tale da poter soddisfare tutto il fabbisogno di materiale previsto.

L'ubicazione delle cave selezionate e la viabilità interferita è riportata nell'elaborato grafico T00GE01GEOCD01A "Carta ubicazione cave e siti di conferimento materiali inerti".

#### 6.3.2 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEI SITI DI CONFERIMENTI ESTERNI AL PROGETTO

Pur considerando che solo in parte i materiali prodotti nell'ambito delle lavorazioni verranno riutilizzati all'interno della stessa opera, di seguito si descrivono i siti esterni individuati per il conferimento dei materiali prodotti in esubero non riutilizzabili nell'ambito dell'opera che ammontano complessivamente a circa 286.391 m<sup>3</sup> smossi (cfr. Figura 6-2).

Il volume delle terre in esubero potrà essere destinato, in parte in regime di sottoprodotto (circa 286.028 m<sup>3</sup> smossi) principalmente nell'ambito di una cava in esercizio (per rimodellamento morfologico) e per una modesta quantità in un impianto di recupero inerti; la restante parte (circa 195 m<sup>3</sup> smossi) verrà conferita in regime di rifiuto in impianti di recupero inerti autorizzati con codice CER 17.05.04.

Sulla base delle disponibilità dichiarate dai gestori degli impianti contattati, sono stati selezionati i siti con indicazione di una presuntiva quantità di terre e rocce da scavo ad ognuno destinabile.

Con riferimento alla gestione delle terre e rocce in regime di sottoprodotto sono stati selezionati due siti

tra quelle individuati che hanno fornito indicazioni dei volumi da accettare; l'utilizzo previsto sarà finalizzato per lo più alla riqualificazione ambientale. Secondo la disponibilità dichiarata dai titolari delle ditte, i volumi che si prevede di conferire ammontano a circa 286.028 m<sup>3</sup> come indicato in Figura 6-2.

L'ubicazione delle cave selezionate e la viabilità interferita è riportata nell'elaborato grafico T00GE01GEOCD01A "Carta ubicazione cave e siti di conferimento materiali inerti".

#### 6.4 AREE DI DEPOSITO

A causa dei ridotti spazi a disposizione sono state individuate delle piccole aree da destinare a siti di deposito intermedi, per durata limitata nei pressi dei due imbocchi nord e sud della galleria, oltre l'area di Cantiere ubicata nel Comune di Tignale.

I siti delle aree degli imbocchi sono classificati nei rispettivi **Piano di Governo del Territorio** in:

- Imbocco sud CO01: Area boscata;
- Imbocco nord CO02: Area agricola permanente.



Figura 6-3 - Imbocco NORD ed Imbocco SUD- A 4.2 - Tavola delle previsioni di piano - PGT Comune di Gargnano

Ai fini della caratterizzazione del suolo rientrano così nei limiti della Colonna A della tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.

Un'ulteriore area di deposito è individuata all'interno dell'area del **Cantiere Base CB 01** nel Comune di Tignale, classificata secondo il **PGT vigente come Area Agricola** rientrante anch'essa nei limiti della Colonna A della tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

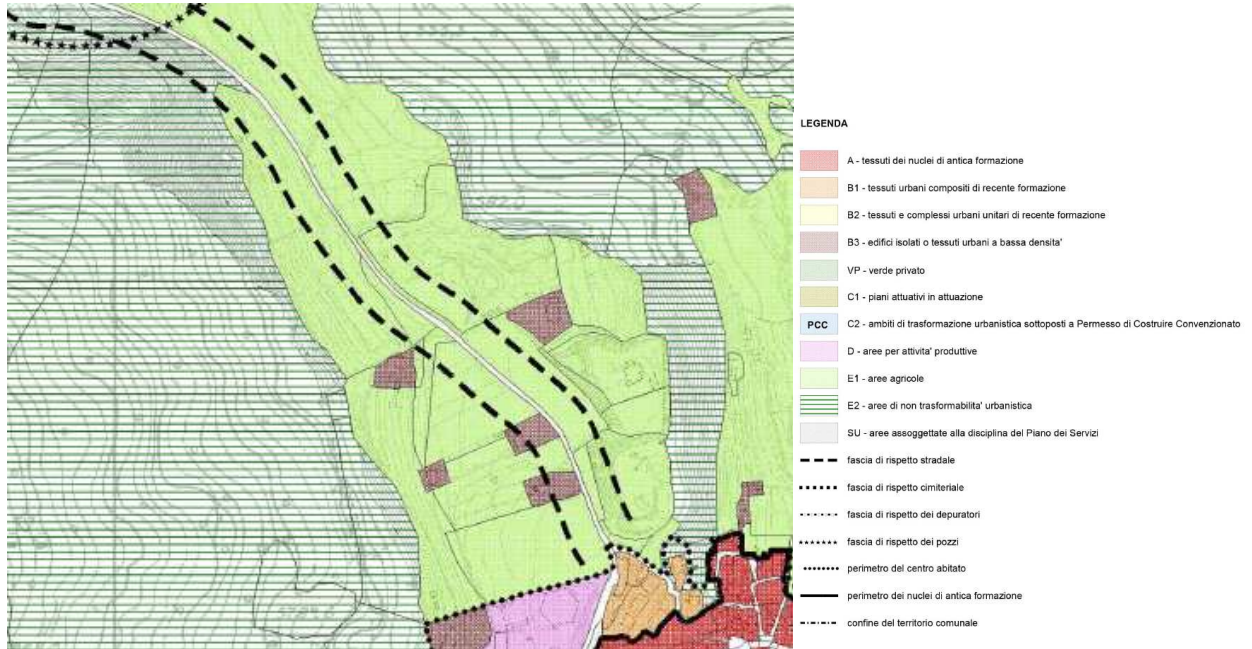


Figura 6-4 - Cantiere Base - 2a - Tavola delle previsioni di piano - PGT Comune di Tignale

### Caratteristiche e tipologie delle aree di deposito in attesa di utilizzo

I materiali che verranno depositati, nelle aree adibite al deposito materiale, possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- Terreno sterile derivante da scavi in galleria (smarino);
- Terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico pari a 20 cm).

Le aree di deposito, con dimensioni diverse in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale.

All'interno delle singole aree il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura litologica e quindi per provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

La preparazione e disposizione delle aree di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- Lo scotico del terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area,
- La regolarizzazione, compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- La creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;

- La posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Su queste apposite aree si seguiranno alcuni principali accorgimenti nella fase costruttiva, utili ad evitare potenziali contaminazioni.

Nel caso di deposito di accumulo dei materiali da scavo finalizzato al successivo riutilizzo:

- Si garantirà il funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- Si doterà di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
- Si avvarrà di misure identificative delle aree di deposito (con cartellonistica adeguata);
- Si doterà di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

#### **Aree di deposito per terreno vegetale**

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno separate dalle aree di deposito di altre tipologie di terre, come sopra indicato.

#### **Durata del deposito delle terre**

La durata dei depositi comprende i tempi necessari per la realizzazione dell'arco rovescio e di tutte le eventuali finiture, nonché il ripristino del terreno vegetale di copertura delle scarpate ed il ripristino ambientale delle aree, attività che saranno necessariamente tra le ultime lavorazioni previste dal cronoprogramma di progetto e non può superare il termine di validità del Piano di Utilizzo.

Definito il tempo massimo di deposito, va evidenziato che il sistema che verrà impiegato per la maggior parte delle aree sarà di tipo "dinamico". Pertanto, in ciascuna area di deposito saranno normalmente collocate delle terre, derivanti da scavi e sterri, che verranno quindi reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterrati o sottofondi ed in caso di esubero verranno portate a discarica o riutilizzate per il ripristino ambientale di cave.

Faranno generalmente eccezione a questa logica le aree che verranno impiegate per il deposito del terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico eseguite sia nelle aree di lavoro che in quelle destinate ai cantieri, svolte nella prima fase di attività, e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi il terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato sia durante i lavori, per il rivestimento delle scarpate, sia

nella fase finale.

#### 6.4.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE TERRE E MATERIALI

I percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo dal luogo di produzione al sito di deposito temporaneo, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (rimodellamenti morfologici, deposito ultimo) nel caso specifico del presente intervento sono individuabili con la viabilità esistente.

Tutti i mezzi d'opera con capacità massima di 18 m<sup>3</sup>, si atterranno al Codice della Strada e saranno opportunamente coperti per evitare interferenze tra il materiale trasportato e gli agenti atmosferici o eventuali altri materiali con cui potrebbero venire in contatto.

I percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterranno senza operare variazioni. I percorsi dei mezzi di cantiere sono indicati nella Tavola XX e negli elaborati relativi alla cantierizzazione.

Per l'utilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del cantiere in qualità di sottoprodotti, si prevede il trasporto con automezzi dai siti di produzione a quelli di deposito intermedio e, infine, a quelli di riutilizzo interno.

Si precisa che, nel caso in cui si renda necessario impegnare la viabilità esterna al cantiere, il trasporto del materiale escavato sarà accompagnato dalla documentazione indicata dall'Allegato 7 al D.P.R. 120/2017 (Documento di Trasporto), che conterrà le informazioni anagrafiche del sito di produzione, gli estremi del Piano di Utilizzo in oggetto (codifica e durata del PUT), le informazioni anagrafiche del sito di destinazione e del sito di deposito intermedio nonché le informazioni inerenti le condizioni di trasporto (anagrafica della ditta che effettua il trasporto, targa del mezzo utilizzato, numero di viaggi previsti, quantità e tipologia del materiale trasportato, data e ora del carico, data e ora di arrivo).

Così come previsto dall'Art. 6 del D.P.R. 120/2017 la documentazione sarà predisposta in triplice copia, una per l'esecutore, una per il trasportatore e una per il destinatario e conservata, dai predetti soggetti, per tre anni e resa disponibile, in qualunque momento, all'Autorità di controllo che ne faccia richiesta; una quarta copia della documentazione deve essere conservata presso il proponente.

La documentazione è equipollente, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 8 del Decreto Legislativo 21 novembre 2005, n. 286.

Al termine dei lavori di utilizzo, l'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità con il Piano di Utilizzo sarà attestato dall'esecutore all'Autorità competente mediante una dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del DPR 28 dicembre 2000, n. 445, in conformità all'allegato 8 del D.P.R. 120/2017: Il documento sarà conservato per almeno 5 anni.

In conclusione, come stabilito dall'art. 17, comma 3 del D.P.R. 120/2017, l'esecutore del Piano di Utilizzo è tenuto a redigere la modulistica di cui agli Allegati 6 e 7 del citato D.P.R. necessaria a garantire la tracciabilità delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, ovvero il Documento di Trasporto (DdT) e la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU).

Al fine di garantire l'effettiva tracciabilità della movimentazione delle terre e rocce da scavo prodotte e riutilizzate nel complesso dell'opera, dovrà inoltre essere tracciato il flusso di materiale (rendiconto) dell'intero ciclo ad intervalli periodici stabiliti (es. trimestrali), secondo uno schema di cui si riporta nella successiva Tabella una possibile tabella riassuntiva tipo; ciò al fine di associare a ciascuna opera (WBS) che produce materiale (es.: galleria) quella che necessita di materiale (es.: rilevato).

Sito di produzione WBS	Trimestre anno xxxx			Transito in sito di deposito intermedio	Destinazione effettiva
	Gennaio m <sup>3</sup>	Febbraio m <sup>3</sup>	Marzo m <sup>3</sup>	n. area stoccaggio	WBS
WBS a				AS x	WBS 1
				AS x	WBS 2
				AS x	WBS 3
WBS b				AS x	WBS 3
				AS x	WBS 4
				AS x	WBS 5
WBS c				AS x	WBS 1
				AS x	WBS 3
				AS x	WBS 5
<b>Totali mensili</b>					
<b>Totali trimestre</b>					

Tabella 6-1 - Schema tipo di flusso materiale

Per il trasporto dei materiali di scavo, di demolizione e da costruzione su distanze più o meno lunghe sono necessarie adeguate ed efficienti attrezzature.

Le apparecchiature di trasporto impiegate sono:

- Camion/dumper/automezzi speciali;
- Pompe per calcestruzzo;
- Gru ed apparecchi di sollevamento.

A tale riguardo si enunciano alcune avvertenze:

I **camion / dumper** servono come automezzi impiegabili in modo flessibile per il trasporto di diversi materiali, quali materiale di scavo e demolizione, calcestruzzo, sabbia – ghiaia, ecc.,

Le **pompe per calcestruzzo** sono impiegate per il getto del calcestruzzo nelle casseforme. Per il getto del

calcestruzzo sono utilizzabili diversi tipi di pompe: accanto alle pompe per calcestruzzo in opera vi sono anche pompe per l'applicazione ad umido dello spritz-beton.

Per il trasporto del materiale di scavo della galleria all'esterno possono essere impiegati i seguenti sistemi:

- Trasporto con dumper e camion,
- Trasporto mediante pale gommate.

Il materiale di scavo viene prelevato sul fronte di scavo mediante le attrezzature di rimozione precedentemente descritte e caricato sulle attrezzature di trasporto. Per le sezioni di galleria di progetto si potrebbero impiegare anche i Dumper, a condizione che vi sia la possibilità per due automezzi di incrociarsi in galleria senza ostacolarsi.

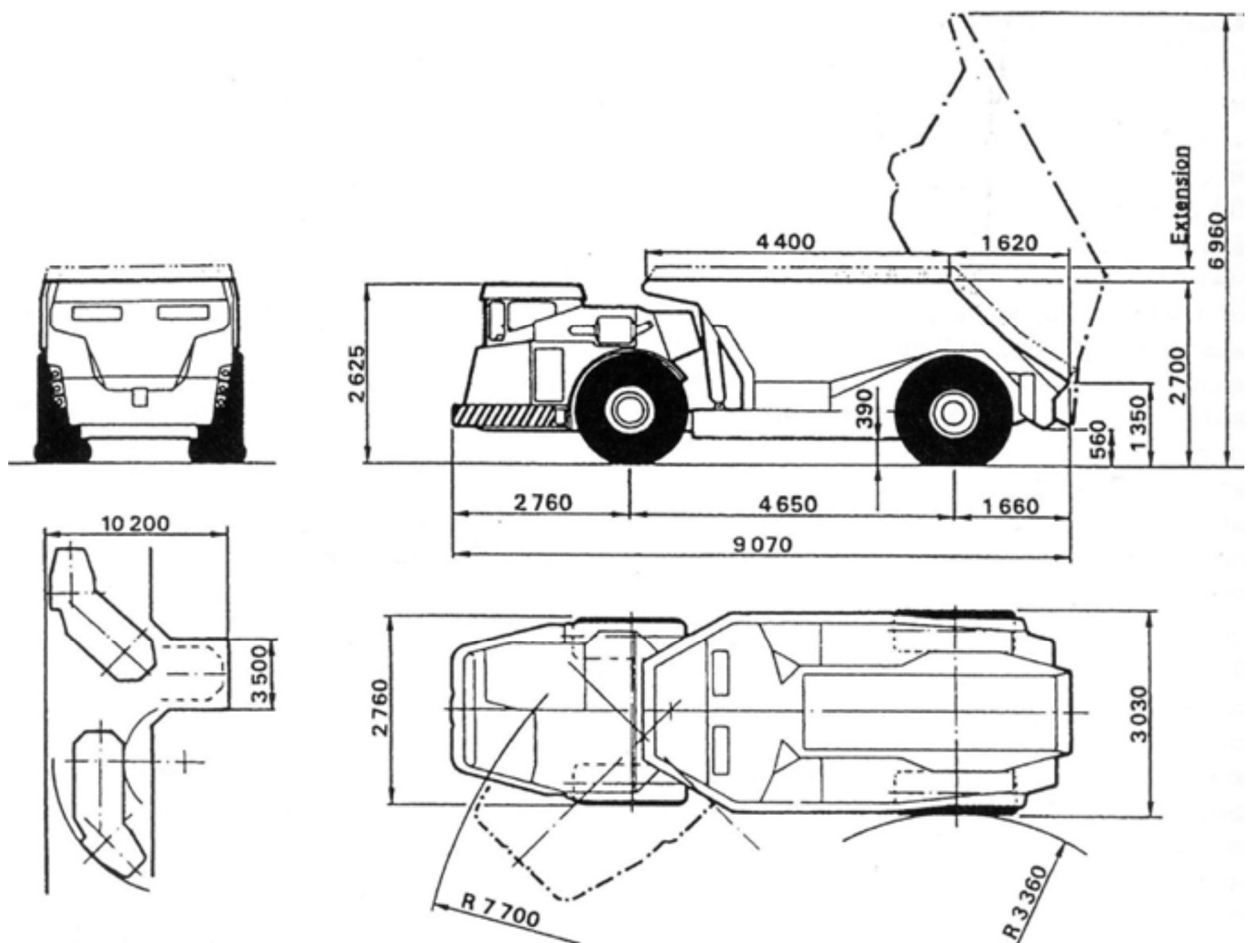


Figura 6-5 - Autocarro a cassone ribaltabile, volume di carico 18 m<sup>3</sup>



## 7 FLUSSI DI TRAFFICO

Il progetto di realizzazione della nuova infrastruttura viaria vedrà per un periodo di 1300 gg un flusso di mezzi d'opera che circolerà su diverse viabilità nevralgiche del territorio lombardo quali la SS45 bis, la SP 26, la SP 37, SP 38, e la SP 116. Queste strade verranno utilizzate per il passaggio dei mezzi relativi allo smarino e all'approvvigionamento necessario alla realizzazione dell'opera.

Le analisi mostrate in tale capitolo dovranno comunque essere oggetto di verifica in fase di progettazione esecutiva, poiché il sistema di trasporto dello smarino su gomma pone dei seri problemi dal punto di vista ecologico, trasportistico ed economico e pertanto è da prendere in considerazione solo in mancanza di altre alternative. L'analisi dei flussi di traffico attuali e relativi alla fase di cantierizzazione, ha seguito degli step procedurali l'analisi dei dati del TGM relativo alla tratta attualmente in esercizio su cui circoleranno i mezzi, successivamente all'analisi del livello di servizio della stessa ed in ultimo alle distribuzioni dei materiali di smarino e dell'approvvigionamento in base alle offerte/domande originate dal territorio.

### 7.1 LA VIABILITÀ ATTUALE DELLA SS 45 BIS

La relazione tra i flussi di traffico generati dall'opera e l'analisi delle viabilità interferite, è il primo step da cui si è partiti per la redazione del progetto di cantierizzazione e per la scelta delle fasi realizzative delle opere. Lo studio di partenza è stato lo studio dei flussi di traffico redatto nel progetto di fattibilità dell'attuale SS 45 Bis ove questa è individuata come l'unica alternativa infrastrutturale per gli spostamenti di media/lunga percorrenza tra il basso e l'alto lago, essendo la restante viabilità di livello gerarchico inferiore ed interessata solo a traffici di tipo locale. Difatti, l'unica alternativa alla direttrice della SS 45 Bis risulta essere il fascio infrastrutturale creato dalla A22 e dalla SS12 posizionato lungo la sponda opposta del Lago di Garda, come si evince dalla Figura 7-1.

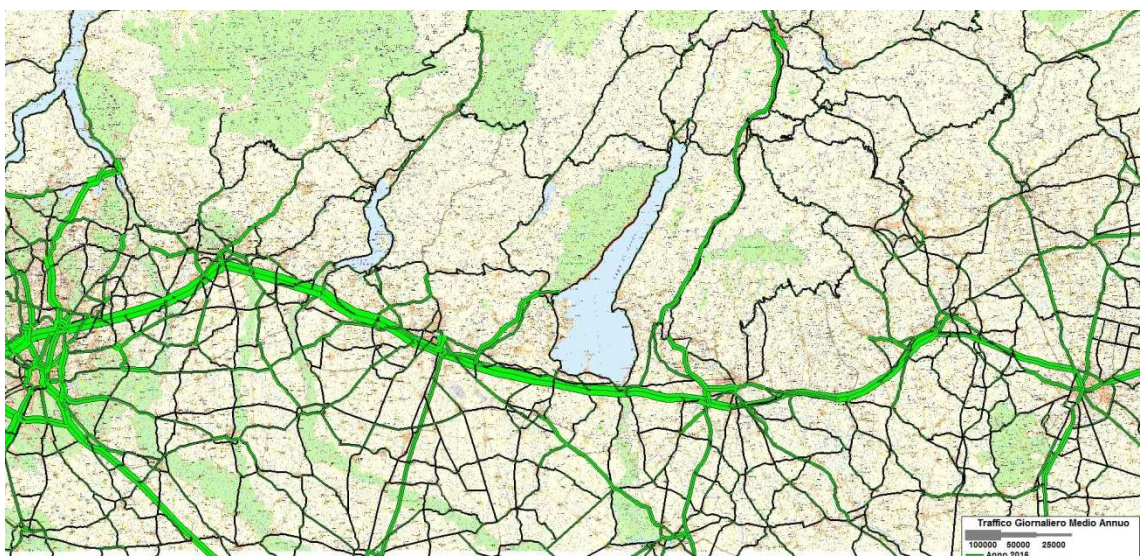


Figura 7-1 - Grafo del traffico giornaliero medio annuo 2016

Secondo i dati desunti dai censimenti dei dati di traffico dei comuni sulla SS 45 Bis, nella tratta in progetto, sono presenti allo stato attuale:

- Circa 6.950 veicoli leggeri;
- Circa 330 veicoli pesanti, con massa superiore alle 3,5 tonnellate.

I dati fanno riferimento ad un giorno medio annuo relativo al 2016 escludendo i giorni di maggior congestione legati al periodo estivo.

I TGM sono distribuiti:

- 51% dei veicoli Leggeri ed il 47% dei veicoli pesanti in direzione Riva del Garda,
- 49% dei veicoli Leggeri ed il 53% dei veicoli pesanti in direzione Salò.

L'ora di punta è circa:

- 8% per i veicoli Leggeri e 12% per i veicoli pesanti in direzione Riva del Garda mentre in direzione Salò 7% per i veicoli Leggeri e 7% per i veicoli Pesanti (dalle 07 alle 08 del mattino);
- 9,3% per i veicoli Leggeri e 6,4% per i veicoli pesanti in direzione Riva del Garda (dalle 09 alle 10 del mattino) mentre in direzione Salò 6% per i veicoli Leggeri e 7% per i veicoli Pesanti;
- 10,3% per i veicoli Leggeri e 9,5% per i veicoli pesanti in direzione Salò (dalle 17 alle 18 del pomeriggio) mentre in direzione Riva del Garda 6,7% per i veicoli Leggeri e 4,4% per i veicoli Pesanti.

Tali dati sono stati utilizzati al fine di calcolare il livello di funzionalità dell'attuale SS 45 Bis, considerando appunto il ruolo nevralgico che questa infrastruttura ha sia per i flussi di cantiere che non.

## 7.2 CALCOLO DEI LIVELLO DI SERVIZIO

### 7.2.1 SCENARIO ATTUALE

Le verifiche di funzionalità dell'attuale SS45 Bis, sono state effettuate sull'ora di punta di un giorno medio feriale, tale analisi ha permesso di identificare come Livello di Servizio per la SS 45 Bis un livello estremamente basso  $LdS = E$ . Tale livello come definito nell' "Esposito – Mauro : La progettazione funzionale delle strade", viene definito come: << i condizionamenti sono pressoché totali ed i livelli di conforto sono scadenti; il limite inferiore di questo livello corrisponde alla capacità; le condizioni di deflusso sono al limite di instabilità>>. Il basso Livello di Servizio è da imputare alle attuali caratteristiche della piattaforma stradale, che determina velocità di percorrenza della tratta estremamente basse e percentuali di accodamento alte, ben al di sopra di quanto richiesto dalle norme per un'infrastruttura "extraurbana secondaria di tipo C". La tabella seguente mostra gli esiti dell'analisi del Livello di servizio nella tratta in configurazione attuale.

Singole voci di calcolo		
Definizione	Valore input	Descrizione
VFL		Velocità a flusso libero
BVFL	70	Velocità a flusso libero in condizioni base
fcb	10,3	riduzione velocità per larghezza corsie
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso
Q		Tasso di flusso
VHP	587	Volume orario di progetto
phf	1	fattore ora punta
fg	0,71	Coefficiente altimetrico per velocità media
fg	0,77	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda
fhv		coefficiente veicoli lenti
Pt	0,045	Percentuale mezzi pesanti
Pr	0	Percentuale veicoli turistici
Et	2,5	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media
Et	1,8	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda
Er		Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda
Vs		velocità media viaggio
fnp	6,8	coefficiente riduzione velocità media viaggio
PTC		percentuale tempo in coda
BPTC		percentuale base tempo in coda
fd/np	15,2	fattore correttivo tempo in coda
Qd		Tasso di flusso nella direzione in esame
Qo		Tasso di flusso nella direzione opposta
VHPd		Volume orario di progetto nella direzione in esame
VHPo		Volume orario di progetto nella direzione opposta
Vsd		velocità media viaggio nella direzione

Definizione	Valore	
VFL	59,7	Velocità media viaggio
fhv	0,94	
Q	882,5669	
<b>Vs</b>	<b>41,9</b>	

fhv	0,97	Percentuale tempo in coda
Q	789,7818	
BPTC	50,05	
<b>PTC</b>	<b>65,3</b>	

**LdS E**

Figura 7-2 - Livello di servizio attuale SS 45 Bis

### 7.3 FLUSSI DI TRAFFICO LEGATI ALLA CANTIERIZZAZIONE

#### 7.3.1 VIABILITÀ DI CANTIERE

Le principali viabilità di cantiere interesseranno la SS 45 Bis la Gardesana Occidentale, tutti i collegamenti interni tra i due cantieri operativi avverrà proprio sulla SS 45 Bis mentre il collegamento tra i due ed il campo base avviene parte in SS 45 Bis e parte sulla SP 38 per circa 9 Km.

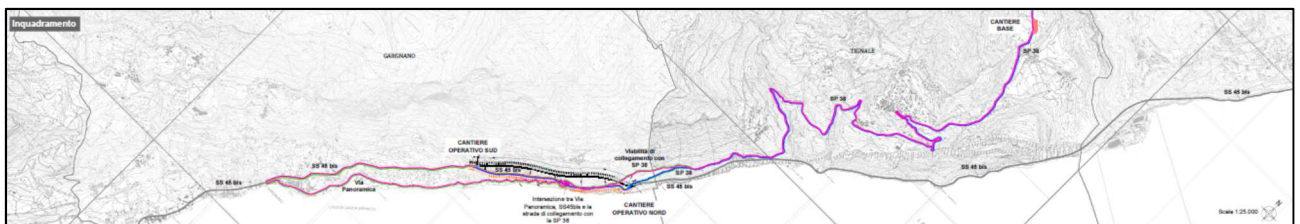


Figura 7-3 - Collegamenti tra cantieri e campo base



Figura 7-4 - Collegamento tra i due imbocchi

Il presente progetto però ha individuato la possibilità di una strada alternativa che potrebbe essere riutilizzata in alternativa nella fase di progettazione successiva. Tale viabilità individuata come Panoramica, connette i due imbocchi, passando anche per il piazzale tra le gallerie ogivali esistenti. Questa appunto percorre il tracciato della vecchia panoramica che oltre a connettere gli imbocchi si ricollega alla SP38. La criticità di questa scelta è legata ad un tratto franato di circa 150 metri proprio in prossimità del piazzale tra gli imbocchi della dei Ciclopi e dell'Eutenia, tale per cui si rimanda alla fase progettuale successiva se metterla a sistema della cantierizzazione.

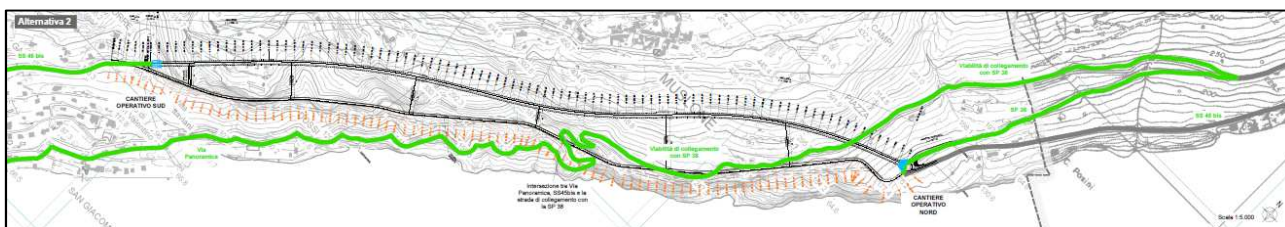


Figura 7-5 - La via Panoramica

La SS 45 Bis Gardesana Occidentale è una strada di tipo C di competenza Anas dal Km 47+948 al Km 106+848, la cui sezione stradale, funzionalità e livello di servizio verranno mostrati nei paragrafi successivi.

Oltre la viabilità di collegamento tra i vari cantieri che vedrà circolare oltre i mezzi d'opera anche le vetture della DL, vi sono anche le strade che verranno percorse dai mezzi d'opera per lo smarino del materiale di risulta della galleria, per l'approvvigionamento di centine, ferri ed ogni altra fornitura ed infine le autobetoniere che porteranno il calcestruzzo in cantiere per le opere d'arte gettate in opera e per le opere di consolidamento della galleria.

### 7.3.2 FLUSSI DI SMARINO

Dalla disponibilità delle cave, è risultato che i trasporti dello smarino della galleria in realizzazione sono suddivisi come segue:

Quantitativi da conferite all'esterno come sottoprodotto (m <sup>3</sup> smossi)	Operatore	Volumi che si prevede conferire (m <sup>3</sup> smossi)	Distanza sito/cantiere km	Principale viabilità interessata
<b>286.028 m<sup>3</sup></b>	Tignale Scavi	142.705	10	SP 38
	Tassi Srl	68.200	32	SS 45bis - SS237
	Gestione Cave	50.000	31	SS 45bis - SP26 - SP116
	Meloni Guido & Figli Snc	25.123	34	SS 45bis - SP26
<b>TOTALE</b>		<b>286.028</b>		

Tabella 7-1 - Distribuzione materiale di risulta della Galleria Muslone

L'opera in realizzando la cui durata dei lavori si attesta su 1300 gg, circa 60 mesi, prevede una produzione di circa 237.855 m<sup>3</sup> di materiale di scavo, 375.815 m<sup>3</sup> di materiale smosso, di cui da conferire a discarica un quantitativo pari a 286.223 m<sup>3</sup> nei siti individuati. Tale quantitativo viene prodotto dallo scavo della galleria, degli imbocchi, delle trincee e dall'alesaggio della galleria esistente.

Lo scavo della galleria Muslone verrà eseguito mediante attacco da entrambi gli imbocchi, alternando modalità di scavo tra esplosivo e fresa puntuale, come già descritto nei paragrafi precedenti.

L'alternanza della metodologia di scavo come riportato nei paragrafi precedenti dà vita a volumi di produzioni differenti, difatti si ipotizza un avanzamento di 3 m/gg per lo scavo con esplosivo e 2 m/gg per lo scavo con fresa puntuale, con conseguente variazione di produzione giornaliera tra i 300 m<sup>3</sup> ed i 200 m<sup>3</sup> di materiale, che dovranno essere trasportati nei siti di destinazione finale contemporaneamente allo scavo senza alcun stoccaggio temporaneo.

Dall'analisi del cronoprogramma, sono stati individuate due fasi critiche, legate alle operazioni di scalo, sulle quali sono state basate tutte le considerazioni riguardo le interferenze tra la viabilità locale e quella di cantiere. Una terza fase è invece legata all'adeguamento delle tre gallerie esistenti, dove sono previste altre lavorazioni di scavo sia nelle attuali gallerie, che nei completamenti dei by-pass. I periodi individuati sono:

- Da Anno 2 T2 M 16/17 a Anno 3 T1 M27 per un totale di 10 mesi;
- Da Anno 3 T1 M27 a Anno 4 T4 M48 per un totale di 20 mesi;
- Da Anno 5 T4 M60 a Anno 6 T2 M66 per un totale di 6 mesi.

**Nei primi 10 mesi le attività riguarderanno:**

1. Piazzale e imbocco Sud complessivamente 10 mesi prevede la realizzazione delle opere provvisorie e la realizzazione della paratia di imbocco, la vasca di sicurezza della realizzanda galleria Muslone e lo scatolare della Valle della Torre. Le lavorazioni da effettuarsi prevedono degli scavi di materiale smosso pari a 7803 m<sup>3</sup> e di un fabbisogno di inerti per riempimento pari a 746 m<sup>3</sup> mentre il fabbisogno di calcestruzzo è pari a 1217 m<sup>3</sup>.
2. Imbocco Nord complessivamente 10 mesi prevede la realizzazione della pista di cantiere e la realizzazione della trincea Nord, della nuova piattaforma stradale dell'SP 38 con la nuova rotatoria. Lo scavo dell'imbocco nord si svolge in 225 gg e movimenterà un totale di 45.002 m<sup>3</sup>, un fabbisogno di calcestruzzo di 719 m<sup>3</sup> ed un fabbisogno per il ritombamento pari a 151 m<sup>3</sup>.

I movimenti generati nella prima fase dai soli scavi, che transiteranno su mezzi d'opera con capacità di cassone di 18 m<sup>3</sup> sono stati assegnati alla viabilità secondo le destinazioni finali come riportato qui di seguito:

Nome attività	Durata [giorni]	Volume smosso [m <sup>3</sup> ]	Cassone [m <sup>3</sup> ]	N. Mezzi Totali A/R	Viabilità Interessata
<b>FASE 1</b>					
Trincea nord e nuova viabilità	216	45.002	18	5.002	SP38 Verso Tignale
Realizzazione Piazzale Sud e Scatolare Valle della Torre	216	7.803	18	868	SS45 Bis Verso Salò

Tabella 7-2 - Distribuzione materiale di scavo prima fase

**Nei 20 mesi le opere di scavo riguarderanno la realizzazione della Galleria Muslone:**

In questa fase centrale del cronoprogramma sia in termini di attività che di tempistica, le attività da effettuarsi riguarderanno lo scavo della galleria diversificata per tronchi e dei bypass pedonali e carrabili. Oltre le attività di scavo verranno realizzate le attività di consolidamento di prima e seconda fase.

1. Tronco Sud complessivamente 20 mesi per:
  - Scavo e by pass 353 gg per un totale di 167.680 m<sup>3</sup> di volume smosso;
2. Tronco Nord complessivamente 20 mesi per:
  - Scavo galleria e by pass 499 gg per un totale di 137.600 m<sup>3</sup> di materiale smosso.

I flussi dello smarino della galleria sono schematizzati e distribuiti secondo i dati qui sotto riportati.

Nome attività	Durata [giorni]	Volume smosso [m <sup>3</sup> ]	Cassone [m <sup>3</sup> ]	N. Mezzi Totali A/R	Viabilità Interessata
<b>FASE 2</b>					
Tronco Sud e By pass	353	135.520	18	15.058	SS45 Bis Verso Salò
Tronco Nord e by pass	449	169.280	18	18.810	SP38 Verso Tignale

Tabella 7-3 - Distribuzione materiale da scavo seconda fase

**Nei 6 mesi della fase le opere di scavo riguarderanno i completamenti dei by pass e le lavorazioni all'interno delle gallerie esistenti, una volta deviato il traffico all'interno della Galleria Muslone.**

In questa fase finale del cronoprogramma sia in termini di attività che di tempistica, le attività da effettuarsi riguarderanno il completamento dello scavo dei bypass della D'Acli e della dei Ciclopi e l'alesaggio di una parte della galleria dei Ciclopi. Il totale di materiale smosso in questa fase è di 18.106 m<sup>3</sup> di volume

smosso.

I flussi dello smarino sono schematizzati e distribuiti secondo i dati qui sotto riportati.

Nome attività	Durata [giorni]	Volume smosso [m <sup>3</sup> ]	Cassone [m <sup>3</sup> ]	N. Mezzi Totali A/R	Viabilità Interessata
<b>FASE 3</b>					
Adeguamento Gallerie Esistenti	135	16.260,8	18	1.808	SP38 Verso Tignale

*Tabella 7-4 - Distribuzione materiale da scavo terza fase*

### 7.3.3 FLUSSI DI APPROVVIGIONAMENTO

I flussi dei mezzi d'opera prima mostrati, sono però mancanti **dei flussi relativi agli approvvigionamenti. Su questi però bisogna fare una specifica, i dati relativi agli approvvigionamenti analizzati riguardano perlopiù la fornitura di calcestruzzo, sono esclusi da questo conteggio le centine, il ferro e tutte le forniture di elementi prefabbricabili o qualsiasi fornitura utile per la realizzazione dell'opera.**

La fornitura necessaria per la fase critica 1 riguarda i riempimenti delle opere relative ai due imbocchi ed al fabbisogno di calcestruzzo per la realizzazione della vasca e del tombino.

Nella seconda fase di una durata di 20 mesi, legati alla realizzazione dell'arco rovescio e del rivestimento della prima e seconda fase.

Ecco come sono distribuiti i mezzi giorno relativi all'approvvigionamento:

Nome attività	Durata [giorni]	Volume smosso [m <sup>3</sup> ]	Cassone [m <sup>3</sup> ]	N. Mezzi Totali A/R	Viabilità Interessata
<b>FASE 1</b>					
Calcestruzzo Imbocco Sud	30	1.116	12	186	SP38 Verso Tignale + SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti
Ritombamento Sud	15	746	18	84	SP38 Verso Tignale + SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti
Ritombamento Nord	15	151	18	18	SP38 Verso Tignale
<b>FASE 2</b>					
Calcestruzzo Tronco Sud	308	21830	12	3.640	SP38 Verso Tignale + SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti
Calcestruzzo Tronco Nord	404	27300	12	4.550	SP38 Verso Tignale
Ritombamento Arco Rovescio Tronco Nord	308	10410	18	1.158	SP38 Verso Tignale
Ritombamento Arco Rovescio Tronco Sud	404	8410	18	936	SP38 Verso Tignale + SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti
<b>FASE 3</b>					
Ritombamento Arco Rovescio Adeguamento Gallerie Esistenti	135	875	18	98	SP38 Verso Tignale + SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti
Calcestruzzo Adeguamento Gallerie Esistenti	135	3000	12	500	SP38 Verso Tignale
Calcestruzzo Edificio e Galleria Impianti	120	820	12	138	SP38 Verso Tignale

Tabella 7-5 - Betoniere giorno



#### 7.3.4 FLUSSI DI TRAFFICO TOTALI SUDDIVISI PER VIABILITÀ

Nome attività	Durata [giorni]	N. Mezzi Totali A/R	N. Mezzi Giorni A/R
<b>FASE 1</b>			
SP38	216	5.290	24
SS45Bis	216	868	4
SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti	216	270	2
<b>FASE 2</b>			
SP38	449	29.094	66
SS45Bis	449	15.058	34
SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti	449	4.576	10
<b>FASE 3</b>			
SP38	135	2.544	20
SS45Bis	135	-	-
SS45Bis Tratta Gallerie Esistenti	135	-	-

Tabella 7-6 - Flussi di traffico totali

## 8 CRONOPROGRAMMA E FASI DI CANTIERE PER LA MINIMIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

### 8.1 L'ORGANIZZAZIONE TEMPORALE E LOGISTICA DEI LAVORI

Il sistema di cantierizzazione e la fasistica di realizzazione delle opere sono stati studiati allo scopo di limitare le interferenze con il contesto urbanizzato e con la viabilità, abbattendo drasticamente gli impatti derivanti dalla movimentazione delle materie durante la fase di scavo.

Tale sistema prevede che i materiali di scavo quelli che serviranno per la produzione del cls ed i ritombamenti saranno trasportati lungo la SP38, mentre tutto lo scavo dell'imbocco e del tronco sud verranno trasportati direttamente alle cave di deposito. Sgravando le gallerie ogivali attuali dal passaggio dei mezzi, i quali verranno interessati per buona parte solo dal passaggio delle betoniere, ma in un periodo relativamente breve vedranno anche il passaggio dei mezzi di smarino del tronco nord. Per poi giungere così ad una terza fase dove i traffici di cantiere saranno gestiti all'interno delle gallerie esistenti, una volta deviato il flusso di traffico all'interno della nuova galleria.

È stato ottimizzato il cronoprogramma di realizzazione delle opere ed è stata modificata, rispetto alle progettazioni precedenti, l'organizzazione dei fronti di scavo. La scelta dell'attacco in contemporanea delle due aree nord e sud ha comportato una organizzazione della gestione del materiale funzionale rispetto alle zone di reimpiego nell'ambito del cantiere e vantaggiosa per la viabilità esistente.

Per la visione del cronoprogramma si rimanda alla tavola T00CA00CANCRO1\_A - "Cronoprogramma lavori".

### 8.2 FASE 0 ACCANTIERAMENTO

La **FASE 0**, avente la durata di **2 mesi**, prevede l'accantieramento delle aree CB 01/ CB 02 campi base, delle due aree di stoccaggio temporaneo AS 01/AS 02, del cantiere operativo CO 01 per l'imbocco sud e contemporaneamente l'inizio della realizzazione della pista di cantiere per l'accesso alla trincea nord.

Come evidenziato la FASE 0 prevede le seguenti lavorazioni:

- allestimento dei cantieri;
- parzializzazione della SP 38;
- realizzazione della pista di cantiere per la trincea nord.

La rappresentazione delle lavorazioni attinenti alla FASE 0 viene di seguito riportata.

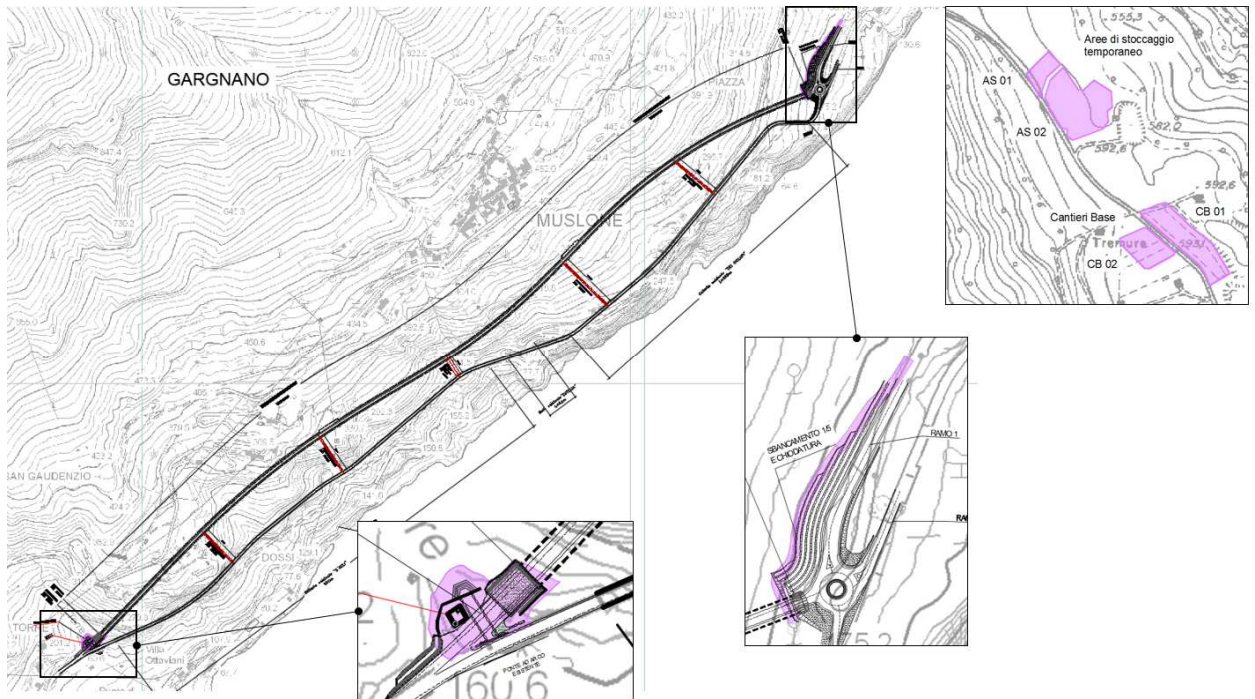


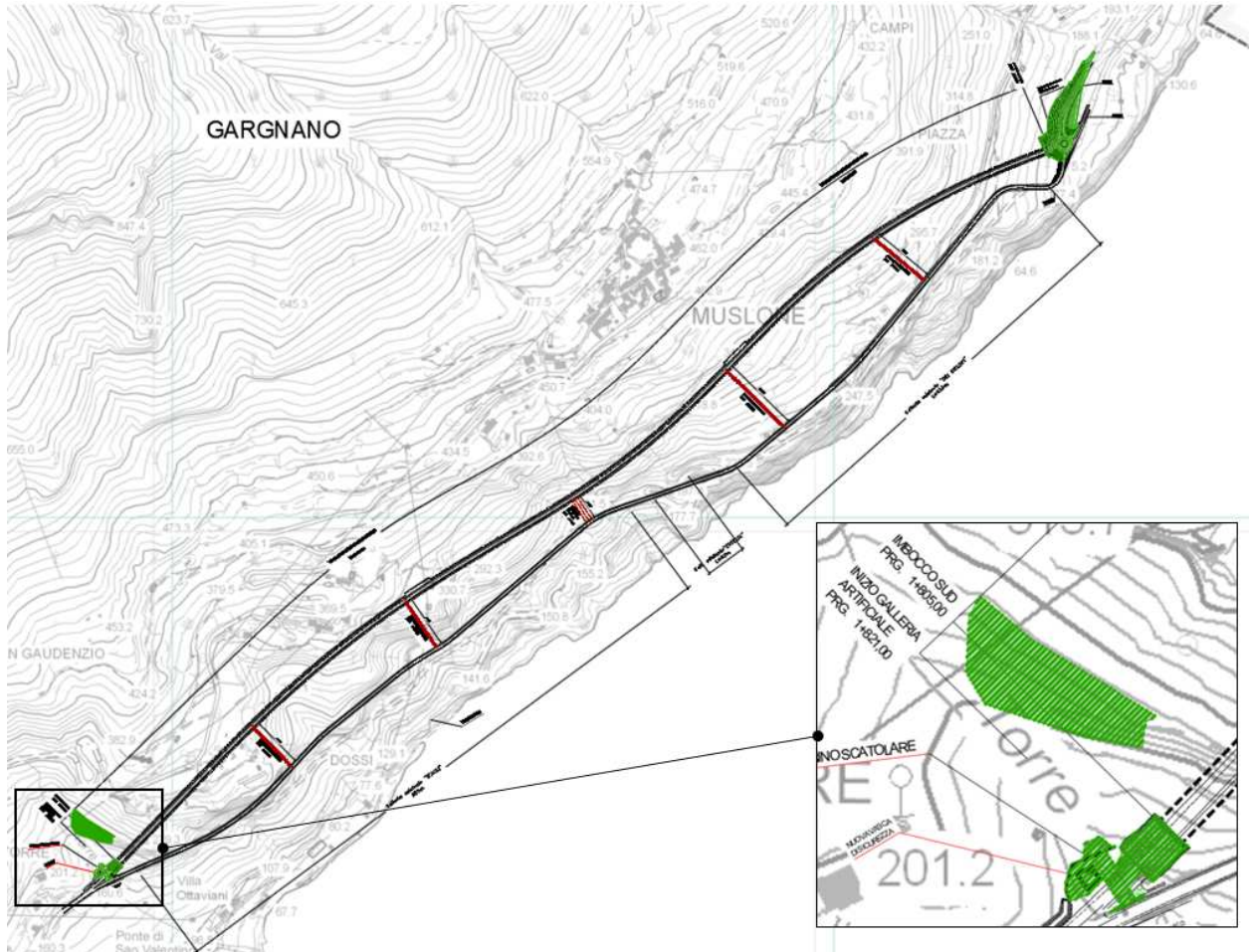
Figura 8-1 Stralcio rappresentativo della Fase 0

### 8.3 FASE 1 IMBOCCHI

La **FASE 1**, come da cronoprogramma allegato, vede concretizzarsi in un arco temporale di 10 mesi le cui attività principali saranno legate alla realizzazione delle opere di accesso alle aree di imbocco. Le lavorazioni degli imbocchi verranno effettuate contemporaneamente sia sul versante del Cantiere Operativo 01(SUD) che del versante Cantiere Operativo 02(NORD).

Prima delle lavorazioni all'imbocco sud saranno realizzati i lavori di sostituzione e messa in opera delle paramassi localizzate sopra il nuovo imbocco, tra le gallerie esistenti utilizzando come viabilità di accesso la panoramica e trasferendo tutto il materiale sulla vecchia SS 45bis.

Le lavorazioni dell'area Sud prevedono la realizzazione di tutte le opere provvisorie sia dell'imbocco che dell'opera idraulica denominata Scolare Valle delle Torre. In prima battuta si procederà con la realizzazione di tutti i pali delle opere di sostegno, poi agli scavi e demolizione dell'opera idraulica esistente. Successivamente si realizzerà il getto dello scatolare ed il ritombamento per creare il piazzale per l'attacco dell'imbocco da effettuarsi una volta realizzata la Dima. Sarà inoltre realizzata la vasca antincendio posta all'imbocco sud.



*Figura 8-2 Stralcio rappresentativo della Fase 1 - Lavorazioni dell'area Sud*

Le lavorazioni dell'area a Nord invece prevedono il **completamento della pista**, per raggiungere la sommità della trincea da realizzarsi con scavo verticale 5:1, le fasi successive saranno quelle di deviazione della SP38, completamento della trincea e scavo della futura rotatoria, per così giungere alla quota del nuovo imbocco. La SP38 verrà così configurata nella sua conformazione definitiva mentre si inizierà a scavare il tronco nord della galleria Muslone. Sarà inoltre realizzata la vasca antincendio posta all'imbocco nord.

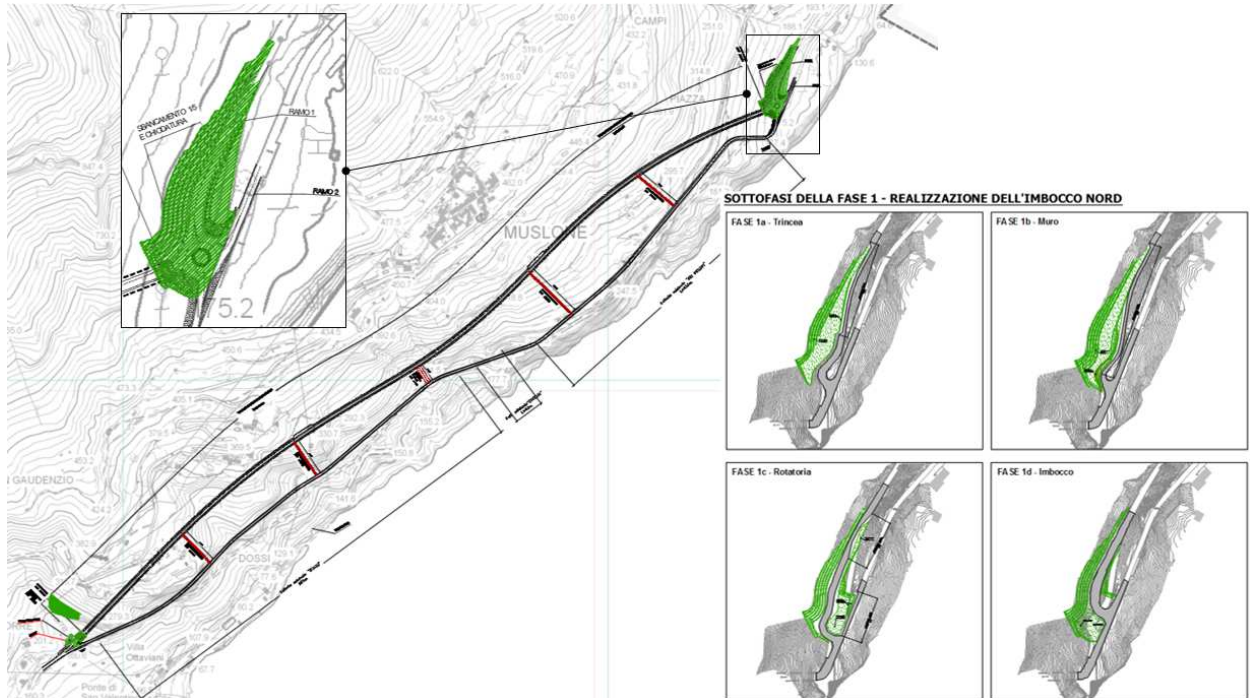


Figura 8-3 Stralcio rappresentativo della Fase 1 – Lavorazioni dell'area Nord

#### 8.4 FASE 2 SCAVO GALLERIA MUSLONE

La **FASE 2**, della durata di **20 mesi**, prevede la realizzazione della galleria Muslone attaccata da entrambi i fronti. A seconda delle sezioni di avanzamento, si scaverà o con fresa puntuale o con esplosivi, diversificando così una produzione di **2 ml lineari giorno per la fresa e 3 ml per gli esplosivi**.

All'interno del tronco **verranno realizzati anche i bypass pedonali e l'unico bypass carrabile** presente nel progetto. Tali bypass verranno realizzati con scavo con fresa, sino ad una certa vicinanza dall'attuale sede delle gallerie ogivali della SS45 bis. Oltre alle lavorazioni degli scavi naturalmente vi saranno le lavorazioni relative ai rivestimenti di prima e di seconda fase, da realizzarsi a distanza di tre diametri per lo scavo con fresa e 5 diametri dal fronte scavo. A queste da aggiungersi vi saranno quelle relative al riempimento e getto dell'arco rovescio.

I bypass, con il relativo rivestimento, verranno completati nella fase 3. In questa fase verrà svuotata e realizzata la cabina impianti posta nell'attuale galleria impianti posta in sinistra alla galleria dei Cicli. Una volta completate le opere la galleria verrà messa in esercizio con deviazione di tutta la viabilità della SS 45 bis.

La rappresentazione delle lavorazioni attinenti alla FASE 2 viene di seguito riportata.

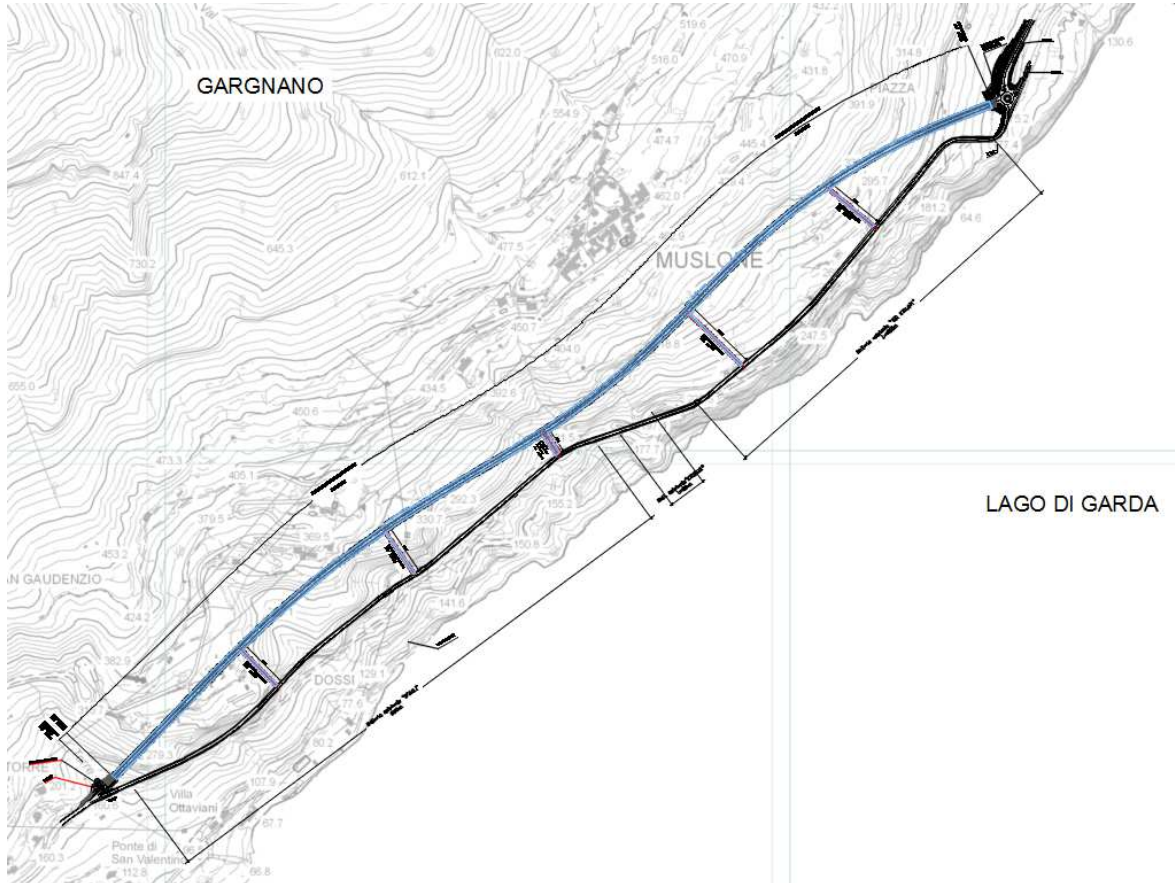


Figura 8-4 Stralcio rappresentativo della Fase 2

### 8.5 FASE 3 ALESAGGIO GALLERIA ESISTENTE, IMPIANTI E RETI PARA MASSI

La FASE 3 prevede il **completamento in contemporanea di alcuni by pass per completare le vie di fuga e successivamente e l'alesaggio della galleria dei Ciclopi**, con scavo dell'arco rovescio. Completati i getti dell'arco rovescio, verranno realizzate le opere di finitura della galleria e dei by pass. Verranno sostituite le paramassi tra le gallerie Eutemia e dei Ciclopi.

Parallelamente a queste lavorazioni verranno realizzati i lavori di **sostituzione delle paramassi tra le gallerie esistenti utilizzando come viabilità di accesso la panoramica e trasferendo tutto il materiale sulla vecchia SS 45bis**. Tutte le lavorazioni postume alla messa in esercizio della galleria Muslone dureranno circa 140 gg.

Per la rappresentazione unitaria di tutte le fasi si rimanda alla tavola T00CA00CANPE01\_A – "Fasi di lavoro dell'opera".

## 9 IDENTIFICAZIONE E MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Oggetto del presente capitolo è l'analisi degli impatti sulle varie componenti ambientali derivanti dalle attività di cantiere per la realizzazione della Galleria di progetto.

Il cantiere per la realizzazione delle opere di progetto genera effetti su quasi tutte le componenti ambientali, di seguito sarà effettuata l'analisi delle problematiche ambientali di carattere temporaneo connesse al momento esecutivo dell'opera e alle differenti tipologie di attività svolte, e saranno definite le misure di mitigazione previste, con particolare riferimento alle seguenti componenti:

- Geologia e Acque;
- Aria e Clima;
- Rumore;
- Biodiversità,
- Salute umana.

L'efficacia delle misure previste dovrà comunque essere verificata durante l'esecuzione dei lavori attraverso l'attuazione del Piano di Monitoraggio in corso d'opera.

### 9.1 GEOLOGIA E ACQUE

#### 9.1.1 ANALISI DELLA COMPONENTE

La tutela della componente in esame è correlata alla gestione delle acque che circolano all'interno del cantiere ed a quelle che si producono con le lavorazioni, nonché alla gestione dei rifiuti e di particolari impianti e lavorazioni che possono interferire con il suolo, il sottosuolo e le acque superficiali e sotterranee.

Vengono di seguito indicate le lavorazioni e le attività che potrebbero essere connesse alla produzione di acque di cantiere e ad eventuali fenomeni di sversamento accidentale:

- il drenaggio delle acque e trattamento delle acque reflue;
- lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti;
- lo stoccaggio delle sostanze pericolose;
- il deposito del carburante;
- la manutenzione dei macchinari di cantiere;
- la movimentazione dei materiali;
- la presenza dei bagni e/o degli alloggi;
- il verificarsi d'incidenti in sito; in questo caso, scattano anche le procedure previste dal piano d'intervento per le emergenze di inquinamento, di cui l'impresa appaltatrice si dovrà dotare.

### 9.1.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

Nello specifico le attività sopra definite e potenzialmente connesse alla produzione di acque di cantiere e ad eventuali fenomeni di sversamento possono determinare l'alterazione della qualità delle acque superficiali e sotterranee, nonché l'alterazione della qualità del suolo e sottosuolo, durante la fase di realizzazione dell'opera in progetto.

A titolo indicativo, nella fase di cantiere possono essere individuate le seguenti tipologie di reflui:

- acque di lavorazione: provenienti dai liquidi utilizzati nelle attività di scavo e rivestimento (acque di perforazione, additivi vari, ecc.), soprattutto legati alla realizzazione alle opere provvisorie, come pali o micropali. Tutti questi fluidi risultano gravati da diversi agenti inquinanti di tipo fisico, quali sostanze inerti finissime (filler di perforazione, fanghi, ecc.), o chimico (cementi, idrocarburi e oli provenienti dai macchinari, disarmanti, schiumogeni, ecc.);
- acque di piazzale: si tratta delle acque meteoriche di dilavamento, le quali si possono arricchire di sostanze inquinanti a contatto con le superfici;
- acque di officina: provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina, che sono ricche di idrocarburi ed olii, nonché di sedimenti terrigeni;
- acque di lavaggio delle betoniere: provengono dal lavaggio delle botti per il trasporto di conglomerato cementizio e spritz-beton e contengono una forte componente di materiale solido;
- acque provenienti dagli scarichi di tipo civile connesse alla presenza del personale di cantiere.

### 9.1.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Vengono di seguito descritti gli interventi che saranno previsti nella fase di realizzazione, allo scopo di evitare l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, nonché gli interventi che verranno realizzati per la raccolta ed il trattamento delle acque di scarico o di eventuali sversamenti accidentali.

Per quanto concerne gli interventi che saranno previsti per il trattamento delle acque di lavorazione, questi saranno individuati in funzione della loro origine; in particolare, le acque prodotte durante le fasi di getto del calcestruzzo occorrente per la realizzazione di opere d'arte, nonché quelle derivanti dal lavaggio degli aggregati, verranno raccolte in apposite vasche.

La realizzazione di tali vasche consentirà di evitare la dispersione di acqua mista a cemento che, mescolandosi alle acque superficiali, ovvero penetrando nel terreno ed incontrando le acque di falda, potrebbe provocarne l'inquinamento.

Le acque di supero verranno quindi opportunamente fatte decantare, allo scopo di consentire la sedimentazione delle sostanze inquinanti ed il successivo deflusso nel sistema fognario, oppure saranno sversate nei recettori esistenti previo raggiungimento dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda la gestione delle acque di piazzale: i piazzali del cantiere e le aree di sosta delle



macchine operatrici saranno dotati di una regimazione idraulica, che consenta la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi), per convogliarle nella vasca di accumulo di prima pioggia.

Le acque di officina provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina, che sono ricche di idrocarburi ed olii, nonché di sedimenti terrigeni vanno sottoposte ad un ciclo di disoleazione, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale. I residui del processo di disoleazione devono essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata.

Le acque di lavaggio delle betoniere, che provengono dal lavaggio delle botti per il trasporto di conglomerato cementizio e spritz-beton, contengono una forte componente di materiale solido che, prima di essere immesso nell'impianto di trattamento generale, deve essere separato dal fluido mediante una vasca di sedimentazione.

Le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, saranno trattate a norma di legge in impianti di depurazioni.

Per quanto riguarda la potenziale alterazione dei corsi d'acqua limitrofi alle aree di intervento, che potrebbe avvenire in seguito allo sversamento accidentale di sostanze inquinanti e/o pericolose, sarà prevista una corretta gestione dei materiali, finalizzata a stabilire le procedure di gestione delle sostanze e dei preparati pericolosi, nonché a definire gli interventi da realizzare in situazioni di emergenza, relativamente ad eventi di elevate ricadute ambientali, quali lo sversamento diretto nel corpo idrico e/o nel suolo.

A tale proposito, allo scopo di prevenire fenomeni di inquinamento diffuso, saranno realizzate delle reti di captazione, drenaggio ed impermeabilizzazione temporanee, soprattutto in corrispondenza dei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, finalizzate ad evitare che si verifichino eventuali episodi di contaminazione, nel caso di sversamenti accidentali.

Nel seguito vengono indicati i possibili interventi che, compatibilmente con le esigenze del cantiere, possono essere realizzati come impermeabilizzazioni di tipo temporaneo:

- costipazione di terreno argilloso e successiva apposizione di materiale terroso compattato;
- apposizione di guaina impermeabile e di materiale terroso compattato;
- realizzazione di uno strato di asfalto.

Più in generale, le varie tipologie di acque di lavorazioni possono essere gestite:

- come acque reflue industriali, ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. n. 152/2006, qualora si preveda il loro scarico in acque superficiali o fognatura, per il quale ottenere la preventiva autorizzazione dall'ente competente. In tal caso deve essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale che deve essere preceduto da pozzetto di ispezione;
- come rifiuti, ai sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006, qualora si ritenga opportuno smaltirli o inviarli a recupero come tali.

È comunque auspicabile che le attività poste in atto prevedano il riutilizzo delle acque di lavorazione ove possibile.

## 9.2 ARIA E CLIMA

### 9.2.1 ANALISI DELLA COMPONENTE

In merito alla componente in esame, le attività potenzialmente significative in termini di emissioni durante la fase di realizzazione dell'opera sono:

- le attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- la movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- il traffico indotto dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NOX).

L'obiettivo è quello di verificare che, seppure le attività di cantierizzazione abbiano durata limitata nel tempo e nello spazio, non vadano comunque ad inficiare l'attuale qualità dell'aria.

### 9.2.2 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'INTORNO DELL'AREA DI CANTIERE

Prese a riferimento la centralina di Odolo e di Darfo, considerate rappresentative della qualità dell'aria circostante l'infrastruttura in esame, si riporta di seguito la tabella sinottica che mostra i valori di riferimento per la caratterizzazione della qualità dell'aria 2018 (anno identificativo dello stato attuale).

Inquinante	Valore di qualità dell'aria media annua 2018
Ossidi di Azoto – NO <sub>x</sub>	32,2 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di Azoto – NO <sub>2</sub>	20,3 µg/m <sup>3</sup>
Particolato – PM <sub>10</sub>	28,8 µg/m <sup>3</sup>
Benzene – C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1,3 µg/m <sup>3</sup>

*Tabella 9-1 Valori di qualità dell'aria media annua (2018)*

Considerato che, da fonti bibliografiche, il  $PM_{2.5}$  può essere calcolato come quota parte del  $PM_{10}$  ed in particolare circa il 60% di questo, è stato preso come riferimento per il fondo del  $PM_{2.5}$  un valore di concentrazione pari a  $17,3 \mu g/m^3$ .

### 9.2.3 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

Le attività di cantiere sopra definite, riguardanti la movimentazione di terra ed il traffico indotto sulle viabilità di cantiere, possono determinare la produzione di polveri e la potenziale alterazione degli attuali livelli di qualità dell'aria.

### 9.2.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Allo scopo di ridurre il più possibile la produzione di polveri e di evitare la potenziale alterazione degli attuali livelli di qualità dell'aria verranno previste le modalità operative e gli accorgimenti di seguito indicati (best practice):

- copertura degli autocarri durante il trasporto del materiale: l'applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi (aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e di resistenza agli strappi) durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento permetterà il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- bagnatura delle ruote dei mezzi di lavoro in uscita dalle aree di cantiere;
- riduzione delle superfici non asfaltate all'interno delle aree di cantiere;
- limitazione delle velocità di transito dei mezzi di cantiere su piste non pavimentate e nelle zone di lavorazione;
- programmazione di sistematiche operazioni di innaffiamento delle viabilità percorse dai mezzi d'opera, nonché della bagnatura delle superfici durante le operazioni di scavo e di demolizione;
- posa in opera, ove necessario, di barriere antipolvere di tipo mobile, in corrispondenza dei ricettori più esposti agli inquinanti atmosferici;
- ottimizzazione delle modalità e dei tempi di carico e scarico, di creazione dei cumuli di scarico e delle operazioni di stesa, ovvero limitazione della velocità di scarico del materiale: al fine di evitare lo spargimento di polveri, nella fase di scarico del materiale, quest'ultimo verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- bagnatura delle terre scavate e del materiale polverulento durante l'esecuzione delle lavorazioni: l'applicazione di specifici nebulizzatori e/o la bagnatura (anche tramite autobotti) permetterà di abbattere l'aerodispersione delle terre conseguente alla loro movimentazione. Questa misura sarà da applicare prevalentemente nei mesi aridi e nelle stagioni in cui si hanno le condizioni di maggior vento;
- copertura e/o bagnatura di cumuli di materiale terroso stoccati: nel caso fosse necessario stoccare temporaneamente le terre scavate in prossimità dell'area di cantiere si procederà alla bagnatura dei cumuli o in alternativa alla copertura degli stessi per mezzo di apposite telonature mobili in grado di proteggere il cumulo dall'effetto erosivo del vento e limitarne la conseguente dispersione di polveri in atmosfera; dovrà essere predisposto un Piano di bagnatura dei cumuli

qualora questi debbano permanere all'interno delle aree di cantiere per più di una giornata.

Ai fini del contenimento delle emissioni, i veicoli a servizio dei cantieri devono essere omologati con emissioni rispettose delle normative europee.

### 9.3 RUMORE E VIBRAZIONE

#### 9.3.1 ANALISI DELLA COMPONENTE

Le azioni di cantiere che generalmente si trasferiscono all'ambiente circostante a seguito delle lavorazioni eseguite all'interno dei cantieri tipologicamente congruenti con quelli messi in opera nel presente progetto sono di due tipologie:

- incremento delle emissioni acustiche derivanti da traffico veicolare indotto dal cantiere;
- incremento delle emissioni acustiche dovute all'operatività dei macchinari di cantiere.

L'obiettivo è quello di verificare che, seppure le attività di cantierizzazione abbiano durata limitata nel tempo e nello spazio, non vadano comunque ad inficiare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio.

#### 9.3.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

Le attività di cantiere sopra definite, riguardanti il traffico veicolare indotto dal cantiere e l'operatività dei macchinari di cantiere, possono determinare problemi legati al disturbo acustico.

#### 9.3.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

In particolare, allo scopo di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, nella fase di realizzazione delle opere di progetto verranno adottati i seguenti accorgimenti:

1. Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:
  - la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
  - l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
  - l'installazione di silenziatori sugli scarichi;
  - l'utilizzo di impianti fissi schermati;
  - l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
  - all'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
  - alla sostituzione dei pezzi usurati;
  - al controllo e al serraggio delle giunzioni, ecc.
3. Corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
  - l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;

- la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
- l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
- l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
- l'obbligo, ai conducenti, di spegnere i mezzi nei periodi di mancato utilizzo degli stessi;
- la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 del mattino e tra le 20 e le 22).

Nel caso in cui questi interventi "attivi" (in quanto finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore) non consentano di garantire il rispetto dei limiti normativi, nelle situazioni di particolare criticità potranno essere previsti interventi di mitigazione di tipo "passivo" (finalizzati ad intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno), quali l'uso di pannellature fonoassorbenti mobili, da disporre opportunamente secondo le direttrici di interferenza con i ricettori presenti.

Per quanto riguarda, invece, il traffico indotto dai mezzi d'opera, si evidenzia che qualora si dovessero determinare delle situazioni di particolare criticità dal punto di vista acustico in corrispondenza di ricettori prossimi alla viabilità di cantiere, potrà essere previsto il ricorso all'utilizzo di barriere antirumore di tipo mobile, in grado di essere rapidamente movimentate da un luogo all'altro. In particolare, si tratta di barriere fonoassorbenti, generalmente realizzate con pannelli modulari in calcestruzzo alleggerito con fibra di legno mineralizzato e montate su un elemento prefabbricato di tipo new-jersey, posto su di un basamento in cemento armato.

## 9.4 BIODIVERSITÀ

### 9.4.1 ANALISI DELLA COMPONENTE

L'azione di cantiere che generalmente interferisce direttamente con la componente in esame e che può arrecare danno alle specie vegetali e disturbo a quelle animali è l'approntamento dell'area di cantiere.

L'obiettivo è quello di verificare che, seppure il cantiere abbia durata limitata nel tempo e nello spazio, non vada ad inficiare la diversità biologica costituente il contesto d'inserimento del cantiere.

### 9.4.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

Nello specifico l'attività di cantiere sopra definita, riguardante l'approntamento dell'area di cantiere, può portare ai seguenti impatti potenziali:

- Sottrazione di aree vegetate;
- Alterazione delle composizioni vegetali con rischio comparsa specie alloctone;
- Danno alla vegetazione per produzione di polveri;
- Allontanamento/danno alla fauna.

### 9.4.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

#### Protezione delle specie arboree ed arbustive

Qualora risultasse necessario movimentare le specie arboree ed arbustive presenti nell'area di intervento, verranno utilizzate le modalità operative di seguito indicate, che ne consentiranno il loro successivo riutilizzo:

- le specie arboree ed arbustive che dovranno essere espianate e successivamente reimpiegate, verranno marcate in campo e spostate per un successivo riutilizzo negli interventi di recupero ambientale;
- le suddette piante verranno quindi collocate in depositi provvisoriamente allestiti, che saranno in grado di assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e, in genere, contro tutti i possibili agenti di deterioramento;
- per l'intero periodo in corrispondenza del quale si renderà necessario accantonare nei suddetti siti di deposito provvisorio tali specie arboree e/o arbustive, si provvederà alla loro irrigazione, nonché ad effettuare le concimazioni e gli eventuali altri trattamenti (tutori, ecc.) che consentiranno la corretta conservazione delle piante stesse, in modo che possano venire reimpiegate alla fine dei lavori.

Per quanto concerne, invece, le piante ubicate nei siti di cantiere e limitrofe alle aree di intervento, che saranno mantenute nella loro attuale localizzazione, sono previste le seguenti modalità di salvaguardia delle stesse:

- verranno definite le distanze delle diverse opere (scavi, ricariche, abbattimenti, ecc.) da mantenere rispetto alla vegetazione spontanea da conservare, che è situata all'interno delle aree di intervento o ai confini delle stesse;
- allo scopo di impedire danni provocati dai lavori nei siti di intervento, le superfici vegetate da conservare saranno delimitate da idonee recinzioni;
- nel caso in cui si proceda ad effettuare abbassamenti del terreno in prossimità di piante da salvaguardare, il livello preesistente del suolo non potrà essere alterato all'interno di una superficie estesa almeno 1,5 m attorno alla proiezione a terra della chioma degli alberi, per salvaguardare il capillizio radicale;
- per evitare la rottura delle radici, gli scavi saranno eseguiti ad una distanza dal tronco non inferiore a 3 m (per gli alberi di prima e seconda grandezza) e di 1,5 m (per gli alberi di terza grandezza e per gli arbusti);
- nel caso di scavi di lunga durata, dovrà essere realizzata una cortina protettiva delle radici, riempita con idoneo substrato colturale, ad una distanza non inferiore ad 1,5 m dal tronco;
- al termine dei lavori, dopo l'allontanamento della copertura protettiva, il suolo dovrà essere scarificato a mano in superficie, in modo da arieggiare lo strato più superficiale, avendo cura di non danneggiare le radici;
- nel caso di abbassamento del livello freatico, provocato da lavori della durata superiore alle tre

settimane durante il periodo vegetativo (indicativamente da inizio primavera a fine autunno), gli alberi saranno irrigati con almeno 25 l/m<sup>2</sup> di acqua ad intervalli settimanali, tenuto conto delle precipitazioni naturali; inoltre, allo scopo di aumentare la resistenza delle piante alla siccità, il suolo dovrà essere pacciamato o trattato con prodotti che contrastino l'evaporazione e/o aumentino la capacità di ritenuta idrica.

Infine, qualora siano previsti degli abbattimenti di specie arboree ed arbustive, in particolare se effettuati in prossimità di superfici vegetate da conservare, questi saranno eseguiti seguendo scrupolosamente le corrette tecniche forestali, in modo da non danneggiare la vegetazione delle aree limitrofe; a tale proposito, gli alberi situati nelle vicinanze di altre piante arboree o arbustive da conservare, non dovranno essere abbattuti con le ruspe o altri mezzi meccanici che provocano un ribaltamento non controllato della pianta e, quindi, rischi di sbancamenti, lesioni o abbattimenti accidentali delle piante limitrofe.

#### Salvaguardia della fauna

Nella fase di cantiere, si avrà particolare cura di non chiudere o ostruire passaggi e/o attraversamenti, allo scopo di mantenere le connessioni lungo le maglie della rete ecologica che la realizzazione delle opere stradali di progetto andrà inevitabilmente ad interrompere, in modo di evitare che animali di piccola e media taglia siano costretti a tentare l'attraversamento della statale.

Inoltre, qualora nel corso delle attività di movimentazione delle terre venissero alla luce animali in letargo o cucciolate, si avrà cura di trasportarli in luogo idoneo.

Nelle aree di cantiere si dovrà quindi evitare di lasciare al suolo rifiuti organici (avanzi di cibo, scarti, ecc.), allo scopo di non attirare animali.

## 9.5 SALUTE UMANA - RADON

### 9.5.1 ANALISI DELLA COMPONENTE

Tra gli aspetti che potrebbero creare problematiche alla salute dell'uomo ed in particolare, nel caso in specie, prevalentemente ai lavoratori, si sottolinea la presenza di radon (oltre all'inquinamento acustico ed atmosferico prodotto durante la cantierizzazione). Il radon è un gas naturale radioattivo, incolore e inodore proveniente dal decadimento di uranio e radio. Questo in natura è presente nel suolo, nei materiali da costruzione (tufo, alcuni tipi di granito), nelle acque sotterranee ed essendo gassoso, può facilmente fuoriuscire da tali matrici. Considerando che all'aperto il radon si disperde e si diluisce, le maggiori problematiche di accumulo sono negli ambienti chiusi, come per l'appunto la galleria.

L'attività di cantiere legata alla problematica del radon è proprio lo scavo della galleria naturale previsto dal progetto, durante il quale si potrebbero avere elevate concentrazioni di radon.

#### 9.5.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI

Le attività di cantiere sopra definite, riguardanti la realizzazione dello scavo della galleria, possono determinare problemi legati alle elevate concentrazioni di radon con conseguenti impatti sulla salute umana, prevalentemente degli addetti ai lavori.

#### 9.5.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Al fine di minimizzare le concentrazioni di radon all'interno della galleria in progetto si prevede un sistema di ventilazione grazie al quale le concentrazioni di radon non si accumulano all'interno della galleria, ma si disperdono all'aperto.

Per la ventilazione durante la costruzione della galleria saranno utilizzati quelli ventilatori assiali, ossia apparecchi che vengono installati nel prolungamento della condotta di aerazione. Il flusso d'aria fluisce parallelamente all'asse della girante del ventilatore. La girante è costituita da un mozzo fissato mediante puntelli al mantello tubolare esterno del ventilatore assiale. Nel mozzo è alloggiato il motore elettrico che aziona la girante del ventilatore assiale. La girante è per lo più composta da diverse pale ad angolazione regolabile in funzione della portata da fornire.