

SOCIETA' DI  
INGEGNERIA

**SI. ME. TE.** s.r.l.

Via Treviso n. 12 - 10144 Torino  
Tel. 011/7714685 r.a. - Telefax e Modem: 011/745 176  
e-mail: info@simete.com  
P. IVA: 05060100012



**PROPRIETÀ :**

**PROVINCIA DI REGGIO EMILIA**  
Servizio infrastrutture U.O. Gestione Manufatti  
Corso Garibaldi 26 - 42121 Reggio Emilia

**LAVORI DI MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA DELLA GALLERIA DELLA  
SP486R NEL COMUNE DI BAISO**

**CUP C57H23002580001**

**PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

PROGETTISTA  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
ING. ARCH. **ROBERTO MELLANO**  
A302 Dott. Ing. Roberto Mellano

RUP Lavori

ing. Giuseppe TUMMINO

a	20-09-2024	EMISSIONE	AK	R.ME.	R.ME.
REV.	DATA	OGGETTO EDIZIONE	DIS.	VERIF.	RIESAME

FILE :	TAVOLA N.	REV:	SCALA :
10102401ESEgeRIL_01a dwg	<b>10102401   ESE ge RIL 01</b>	<b>a</b>	VARIE



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>PIANO INDAGINI ANNO 2022.....</b>	<b>9</b>
4.1	RISULTATI INDAGINI .....	9
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA E SISMICA .....</b>	<b>12</b>
5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA.....	12
5.2	PARAMETRI DI PROGETTO .....	13
5.3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	13
5.3.1	<i>Categoria sottosuolo .....</i>	<i>15</i>
5.3.2	<i>Risposta sismica al sito – Approccio semplificato.....</i>	<i>17</i>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE E FASI DI LAVORO .....</b>	<b>22</b>
7.1	CANTIERIZZAZIONE .....	22
7.2	FASI DI LAVORO.....	24
7.2.1	<i>Fase 1.....</i>	<i>24</i>
7.2.2	<i>Fase 2.....</i>	<i>24</i>
7.2.3	<i>Fase 3.....</i>	<i>25</i>
7.2.4	<i>Fase 4.....</i>	<i>25</i>
7.2.5	<i>Fase 5.....</i>	<i>25</i>
7.2.6	<i>Fase 6.....</i>	<i>26</i>
<b>8</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>27</b>
8.1	GENERALITÀ.....	27
8.2	ALIMENTAZIONE E SORGENTI DI ENERGIA.....	27
8.3	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE .....	28
8.4	SGANCI DI EMERGENZA.....	29
8.5	DISTRIBUZIONE TERMINALE .....	29
8.6	IMPIANTO DI MONITORAGGIO .....	29
8.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NORMALE .....	30
8.8	IMPIANTO DI TERRA .....	31
<b>9</b>	<b>IMPIANTO DI RACCOLTA DELLE ACQUE .....</b>	<b>32</b>



9.1	GENERALITÀ.....	32
9.2	PIOGGE DI PROGETTO CARATTERISTICHE.....	32
9.3	IMPIANTO DI DRENAGGIO ALL'INTERNO DELLA GALLERIA.....	33
9.4	VASCA DI ACCUMULO.....	34
<b>10</b>	<b>SISTEMAZIONE STRADALE DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA.....</b>	<b>35</b>



## 1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto la descrizione delle scelte progettuali effettuate nell'ambito della progettazione degli interventi di risanamento della galleria "Casa Poggioli" in località Lugo, nel comune di Baiso (RE) al fine di illustrare e dimensionare suddetti interventi.

Si riporta di seguito un estratto di mappa relativo all'ubicazione dell'intervento (44.435428470945396, 10.651045921401145)



*Estratto Google Maps – Ubicazione intervento*

La galleria in esame presenta una lunghezza di 400 m circa, una copertura massima pari a 67 m e sarà sottoposta a interventi di ripristino attuati mediante fresatura o demolizione di una parte del rivestimento definitivo esistente, posa di impermeabilizzazione e messa in opera di nuovo rivestimento in calcestruzzo armato. Data la incerta presenza di una soletta di base, si la realizzazione di nuovi cordoli rinforzati con micropali per incrementare la capacità strutturale della sezione.

Allo stato attuale, sono stati eseguiti gli interventi previsti nella prima fase progettuale definita "Lotto 1"; tale fase prevedeva l'installazione di ancoraggi in vetroresina in calotta ( $\varnothing_{\text{perf}} \geq 90\text{mm}$ ) sulle tratte in cui il rivestimento è risultato maggiormente ammalorato.

Nella presente fase progettuale – definita "Lotto 2" – gli interventi da realizzare comprendono l'estensione della bullonatura su tutta la restante parte della galleria (settori non interessati dal Lotto1), fresatura (o idrodemolizione in presenza di armatura) del rivestimento esistente,



realizzazione dei micropali e cordoli in calcestruzzo armato, posa dell'impermeabilizzazione e getto del nuovo rivestimento della calotta in calcestruzzo armato su tutta la lunghezza della galleria.

Nelle tratte in prossimità degli imbocchi, dove la copertura è inferiore a 8m rendendo inapplicabile la bullonatura, durante le lavorazioni di fresatura e scavo alla base il cavo sarà sostenuto mediante centine e spritz-beton.

Nei paragrafi seguenti sono illustrate le fasi di esecuzione nonché le verifiche strutturali delle opere da realizzare tenendo conto sia delle condizioni statiche che delle condizioni sismiche.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alla seguente Normativa:

- **Decreto Ministero Infrastrutture 17 gennaio 2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- **Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n.7:** Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni.

Si è fatto altresì riferimento alla seguente documentazione:

- **Diagnostica della galleria Casa Poggioli** a cura dell’ing. M. Arduini (COFORCE) redatta nel dicembre 2021;
- **Risultati delle prove di laboratorio** effettuate sul materiale roccioso (Geotest, novembre 2022) e sul calcestruzzo del rivestimento attuale della galleria (EXPERIMENTATION S.r.l., novembre 2022).
- **Rapporto di prova N° R8838QA01** del 07/12/2022 (EXPERIMENTATION S.r.l.) – elaborazione risultati da prova con martinetti piatti
- **Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica – Relazione tecnica illustrativa – Comune di Baiso** redatta da CENTROGEO per conto della Regione Emilia-Romagna nel novembre 2020
- **Relazione geologica** redatta dal dott. Geol. Genovese nel febbraio 2023 e aggiornamento 2024

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali impiegati nella realizzazione dell'opera sono i seguenti:

#### CALCESTRUZZO

CALCESTRUZZO PER GETTI IN CLS (UNI EN 206-1:2014)

- Classe di resistenza: C30/37,
- Classe di consistenza: SCC
- Classe di esposizione: XC3
- Rapporto a/c  $\leq 0.45$
- Ritiro compensato
- Diametro massimo inerti: 20 mm

#### ACCIAIO

ACCIAIO PER ARMATURA

Barre  $\varnothing \leq 40\text{mm}$

- Acciaio B450C
- Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ ): 450MPa
- Tensione caratteristica a rottura ( $f_{tk}$ ): 540MPa
- Copriferro min: 50 mm

#### TELI PER IMPERMEABILIZZAZIONE IN PVC

- Spessore = 2 mm  $\pm 5\%$ , 0.27g/cm<sup>2</sup>  $\pm 2\%$
- Resistenza a trazione 15 MPa

#### STRATO DI TESSUTO NON TESSUTO

- Massa unitaria: 500 gr/m<sup>2</sup>
- Resistenza a punzonamento  $\geq 4$  kN
- Resistenza a trazione  $\geq 20$  kN/m

#### BULLONATURA CALOTTA CON ELEMENTI IN VETRORESINA RIVESTITE DA GUAINA ESPANDIBILE IN GEOTESSUTO

- tipo DURGLASS FLAT BAR ED72
- 2 Flat 40x9 mm
- Carico di rottura 648 kN
- Resistenza a taglio  $\tau \geq 150$  MPa
- Contenuto di fibre:  $\geq 70\%$
- Diametro di perforazione  $\geq 90$  mm
- pressione di iniezione: 10-15bar
- sistema di bloccaggio Wedge 82P

#### MISCELE CEMENTIZIE PER CEMENTAZIONE ANCORAGGI

- Rapporto a/c < 0.50
- Classe cls: C20/25

#### PROFILATI METALLICI

- Acciaio S275
- Tensione caratteristica di snervamento: 275MPa

#### BULLONI CENTINE (UNI EN 15048, UNI EN ISO 898)

- Vite classe 8.8
- Dadi classe 8
- Rondelle: durezza 100HV min.

#### SPRITZ-BETON STRUTTURALE FIBRORINFORZATO

- Classe di resistenza: C25/30 (UNI 206-1:2006)
- Classe di consistenza: S5
- Rapporto a/c  $\leq 0.60$
- Additivo accelerante di presa
- Dosaggio fibre sintetiche: 3kg/mc

#### FIBRE SINTETICHE PER SPRITZ-BETON FIBRORINFORZATO

- Polipropilene
- Peso specifico: 910 kg/m<sup>3</sup>
- Lunghezza: >53mm
- Resistenza a trazione: >600MPa
- Rapporto di forma: 80
- Dosaggio: 3kg/mc

## 4 PIANO INDAGINI ANNO 2022

Nell'ambito dello studio per la progettazione degli interventi di risanamento della galleria "Case Poggioli", nel mese di Luglio 2022 è stato predisposto uno specifico piano indagini elaborato alla luce dei diversi rilievi e sopralluoghi eseguiti in galleria, nei quali sono stati riconosciuti e censiti i diversi settori ammalorati, caratterizzati da lesioni sul rivestimento più o meno rilevanti.

Il piano indagini ha avuto quindi la finalità di caratterizzare in dettaglio sia lo stato del rivestimento definitivo lungo i 400 m circa di galleria, sia l'ammasso roccioso presente a tergo del rivestimento.

Il piano delle indagini comprende sia una serie di indagini di tipo geotecniche finalizzate alla caratterizzazione dei litotipi costituenti le formazioni geologiche in posto, sia prove per caratterizzare lo stato tensionale del rivestimento definitivo in cls.

Le indagini di tipo geotecnico prevedono:

- indagini dirette rappresentate da sondaggi a carotaggio continuo,
- prove in sito rappresentate prove dilatometriche in foro,
- prove e analisi di laboratorio da realizzare sui campioni litoidi raccolti durante le perforazioni dei sondaggi.

Le indagini sul rivestimento definitivo prevedono:

- prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo
- prove di laboratorio di schiacciamento sui campioni di cls prelevati nei sondaggi.

### 4.1 Risultati indagini

Tra la fine di Novembre e la metà di Dicembre 2022 sono state eseguite delle indagini in corrispondenza del settore a circa la pk 175 m (da imbocco Sud) lungo cui sono presenti le maggiori lesioni e criticità sul rivestimento definitivo.

Nello specifico sono stati eseguiti:

- n.2 prove di martinetto piatto sui piedritti (destro e sinistro) della galleria
- n.2 sondaggi inclinati a carotaggio continuo entrambi lunghi 10 m eseguiti in corrispondenza di entrambi i reni della galleria;
- n.1 sondaggio verticale a carotaggio continuo lungo 5 m in corrispondenza dell'arco rovescio;
- su n.8 campioni di roccia e terreno sono stati eseguiti: n.3 prove di compressione uniassiale; n.4 prove di PLT; n.4 determinazioni del peso di volume
- su n.2 campioni di calcestruzzo sono state eseguite altrettante prove di schiacciamento.

In base alle risultanze dei sondaggi è stato possibile verificare che nel settore indagato l'ammasso roccioso a tergo del rivestimento, almeno nei primi 10 m, presenta qualità geomeccanica da scadente a molto scadente.

In particolare: i sondaggi alle reni (S1 e S2), hanno indagato uno spessore di 1.0-1.3 m di calcestruzzo di rivestimento definitivo, mentre il sondaggio verticale sul piano stradale (S3) ha intercettato circa 1.1 m di pacchetto stradale, nella stratigrafia i successivi 0.9 m sono riportati costituiti da cls+magrone; tuttavia, la reale presenza dell'arco rovescio risulta dubbia. L'ammasso roccioso in posto è risultato costituito da calcareniti, marne calcaree e argille marnose, da intensamente fratturato a completamente destrutturato, alterato e in taluni casi argillificato. L'indice RQD è compreso tra 0 e 10%.

Nella figura seguente si riportano a titolo di esempio alcune foto delle cassette dei sondaggi e del corrispondente materiale carotato. Per una descrizione più approfondita si rimanda anche alla documentazione e i certificati delle indagini.



Figura 4.1 Foto carote dei sondaggi a circa pk 175 m (dall'imbocco Sud). Sondaggio S1 eseguito sul rene di monte, tratto da 0 a 5 m (foto di sinistra); sondaggio S2 eseguito sul rene di valle, tratto da 5 a 10 m (foto al centro), sondaggio S3 eseguito verticalmente sul piano viario, tratto da 0 a 5 m (foto di destra). In tutti i sondaggi è ben evidente la scadente qualità dell'ammasso roccioso presente a tergo del rivestimento definitivo.

Nella tabella seguente è riportata la sintesi delle risultanze delle prove di laboratorio eseguite sui campioni.

Tabella 4.1: Sintesi risultati prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi

Sondaggio.	Campione	Prof. (m)	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Resistenza comp. uniax (MPa)	Litologia
S1	CL2	4,9-5,0	-	15,09	calcarenite
	CL3	5,7-6,0	25,1	27,66	calcarenite
	CL4	8,1-8,3	24,8	12,23	calcarenite
	CL5	8,7-9,0	-	28,63	calcarenite
	CL6	9,0-9,2	-	45,98	calcarenite
S2	CL2	4,6-4,7	24,5	1,98	calcarenite
	CL3	4,7-5,0	18,5	16,34	calcarenite
	CL4	6,0-6,3	-	-	argilla

I risultati delle prove di martinetto piatto, eseguite a circa pk 180-190 m dall'imbocco Sud, hanno restituito valori di tensione in sito sul rivestimento compresi tra **2.31 e 2.57 MPa**, rispettivamente sul piedritto di monte e di valle. I suddetti risultati sono stati utilizzati per la definizione del modello di calcolo della galleria descritto nel seguito.

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA E SISMICA

Di seguito si riporta la descrizione della caratterizzazione e geomeccanica della formazione rocciosa entro cui è inserita la galleria oggetto degli interventi.

La sintesi dei parametri di progetto è riportata in Tabella 5.1, la parametrizzazione è stata ottenuta partendo dai dati acquisti nelle indagini e nelle prove descritte nel precedente capitolo.

### 5.1 Caratterizzazione geotecnica-geomeccanica

In base alle risultanze delle indagini, in particolare allo stato di fratturazione e alle condizioni delle discontinuità, è stato stimato per l'ammasso roccioso un valore di indice GSI=20, insieme al peso di volume naturale e a quello della resistenza alla compressione definiti dalle prove di laboratorio tali parametri hanno permesso di definire i parametri di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso attraverso il criterio di rottura di Hoek-Brown e Mohr-Coulomb.

Nella figura di eseguito si riporta l'analisi eseguita con l'utilizzo del software di calcolo RocLab 1.0. L'analisi è stata eseguita linearizzando i valori a una profondità di circa 50 m dalla superficie, equivalente alla copertura topografica agente sulla galleria nel tratto indagato.

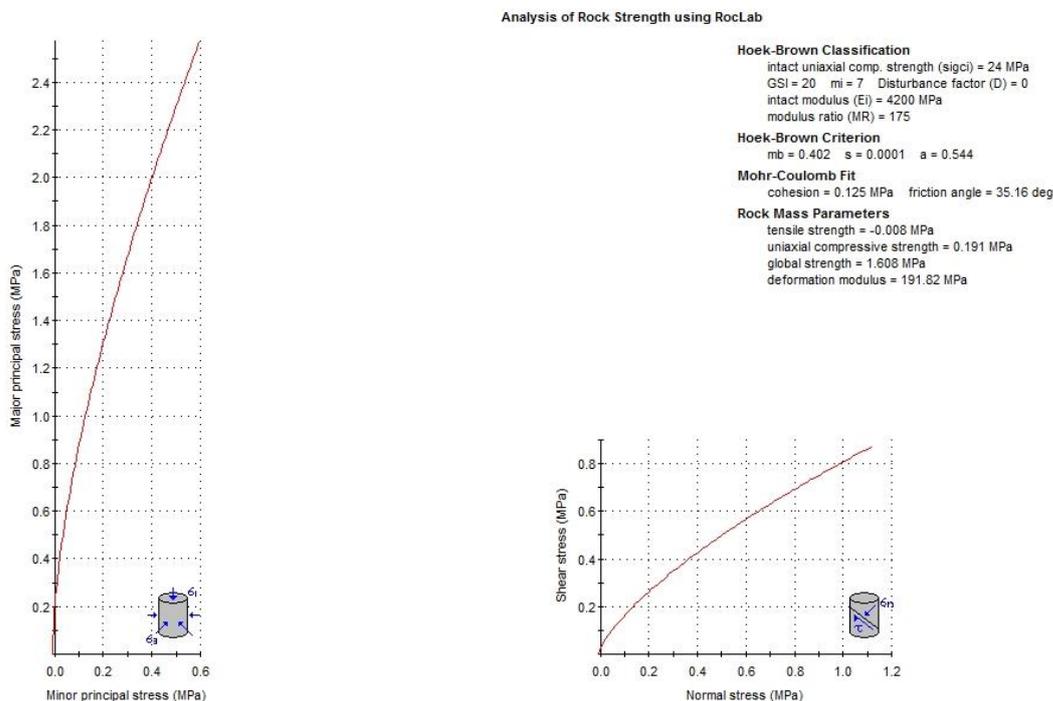


Figura 5.1 Definizione dei parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso eseguita per mezzo del criterio di rottura di Hoek-Brown e Mohr-Coulomb.

## 5.2 Parametri di progetto

Dall'elaborazione dei risultati descritti nel precedente paragrafo si è pertanto giunti alla definizione dei diversi valori dei principali parametri di progetto, come illustrato nella tabella successiva. Tabella 5.1: Parametri dell'ammasso roccioso.

Unità	GSI	$\sigma_c$ [MPa]	$\gamma$ [kN/mc]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	E [MPa]	$\nu$ [-]
UG1	20	24	22-25	100-125	30-35	200-300	0.3

dove:

$\gamma$ : il peso di volume;

$\sigma_c$ : resistenza alla compressione uniassiale;

$c$ : la coesione efficace;

$\phi'$ : l'angolo di attrito;

E: il modulo elastico;

$\nu$ : coefficiente di Poisson.

## 5.3 Caratterizzazione sismica

Il D.M. 17/01/2018 prevede che le azioni sismiche di progetto siano definite a partire dalla risposta sismica locale (RSL): l'insieme delle modifiche che il segnale sismico di ingresso al sito subisce (in termini di ampiezza, contenuto, frequenza e durata) a causa delle condizioni morfologiche, geologiche e geotecniche locali, da determinare con le modalità di cui al par. 7.11.3. Tuttavia, i suddetti tratti stratigrafici e geotecnici sono riconducibili alle categorie elencate nella Tab. 3.2.II. Pertanto, come esplicitato dal par 3.2.2, le Norme consentono di procedere con un "approccio semplificato", basato sulla classificazione sismica del sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ). Questa è misurata per una sezione compresa tra il substrato sismico (roccia o terreno molto rigido, con  $V_s > 800$  m/s) e il piano d'imposta di fondazioni superficiali o la testa dei pali nel caso di fondazioni profonde, e costituisce parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.



Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La classificazione del sottosuolo è stata effettuata in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{seq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = H / [(\sum_{i=1, N} h_i / V_{s_i})]$$

Dove:

H = profondità del substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s)

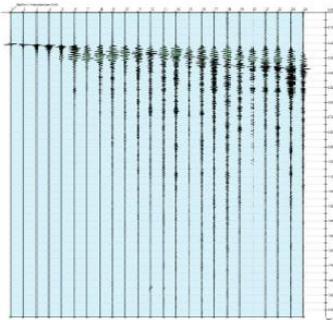
$h_i$  = spessore dello strato i-esimo

$V_{s_i}$  = velocità delle onde di taglio

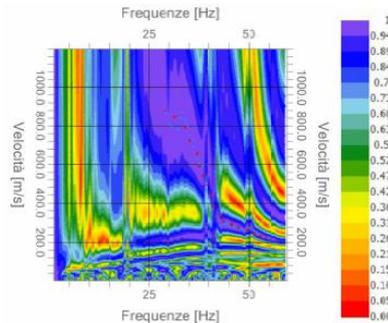
N = numero di strati presenti fino al substrato sismico

Per depositi con profondità H del substrato sismico superiore a 30 m, la  $V_{seq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$  ottenuto ponendo H=30 m nell'espressione generale. Per le categorie di sottosuolo di cui alla Tab. 3.1.II, le azioni sismiche (spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali) sono definibili come descritto al par. 3.2.3 del D.M. 17/01/2018. I successivi riferimenti a paragrafi o tabelle, dove non altrimenti specificato, non faranno riferimento all'indice della presente relazione ma saranno da ricondurre al DM 17/01/2018.

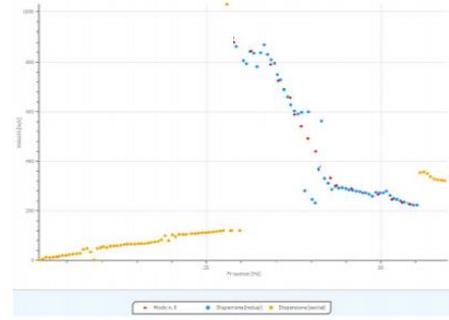
Si riporta un estratto dei risultati della prova MASW effettuata nel maggio 2024:



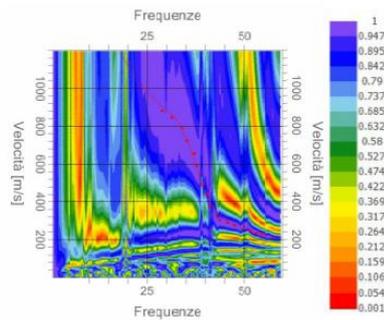
1. Sismogramma



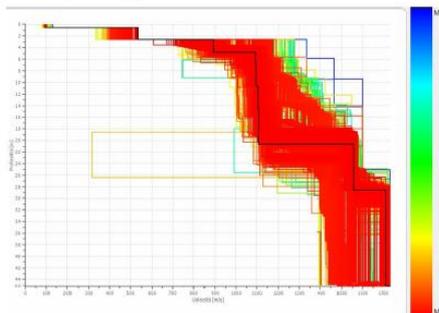
2. Spettro velocità di fase-frequenze: curva di dispersione sperimentale



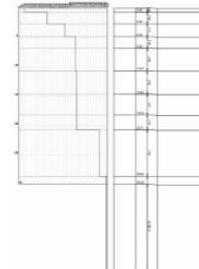
3. Curva di dispersione



4. Inversione; confronto tra curva di dispersione calcolata (linea continua rossa) e curva di dispersione sperimentale



5. Profili di Vs; in nero, profilo con fattore di disadattamento minimo



6. Sismostratigrafia

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m³]	Coefficiente Poisson	Gs [MPa]	Es [MPa]	Ns [MPa]	Ey [MPa]
0,00	0,60	99,56	178,77	2000,00	0,30	18,26	63,92	39,57	47,48
2,60	2,00	533,33	997,78	2000,00	0,30	625,79	2190,22	1305,95	1627,02
4,60	2,00	896,60	1666,15	2000,00	0,30	1744,46	6107,05	3780,24	4636,89
6,60	1,80	1092,96	2044,74	2000,00	0,30	2638,02	8188,09	5094,05	6332,36
10,67	3,86	1095,99	2005,40	2000,00	0,30	2642,61	8249,15	5129,66	6376,80
14,53	3,96	1107,29	2072,36	2000,00	0,30	2687,42	8446,96	5044,40	7013,29
18,49	3,96	1109,74	2076,14	2000,00	0,30	2709,37	8482,78	5879,29	7944,35
20,71	2,24	1108,42	2073,67	2000,00	0,30	2702,93	8460,24	5836,24	7027,61
28,63	7,92	1050,23	2060,67	2000,00	0,30	5311,20	18024,37	11029,37	13932,20
46,13	16,50	1711,45	3202,20	2000,00	0,30	6445,42	22558,98	13965,88	16758,10
60,00	60	1732,50	3241,22	2000,00	0,30	6663,46	23112,09	14307,49	17568,98

(N.B. densità e coefficiente di Poisson assunti a priori nella modellazione)

**Vs<sub>eq</sub> = 890 m/s**  
a partire dalla quota di p.c.

<b>INDAGINE SISMICA ATTIVA</b>	
Baiso (RE) - galleria "Casa Poggioli", SP486R	
<b>Metodologia MASW</b>	
<b>VELOCITA' DELLE ONDE S</b>	
maggio 2024	genovese & associati società tra professionisti s.r.l.

### 5.3.1 Categoria sottosuolo

In allegato a fondo testo sono riportati i risultati della prova MASW: nei riquadri in alto sono riportati, da sinistra verso destra, il sismogramma acquisito, lo spettro velocità di fase frequenze con rappresentazione della curva di dispersione sperimentale (punti rossi e azzurri) e il grafico di dettaglio della suddetta curva; nei riquadri in posizione mediana sono invece riportati, da sinistra verso destra, lo spettro di dispersione dell'energia sismica con confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella calcolata mediante il processo di inversione (linea continua rossa), il grafico riportante i diversi profili di velocità delle onde di taglio calcolati con individuazione di quello con fattore di disadattamento minimo (in nero) ed, infine, un grafico della sismostratigrafia ad esso correlata; in basso è invece riportata, a titolo indicativo, una tabella che riassume una stima dei principali moduli geotecnici dei diversi strati sismici di terreno individuati, effettuata sulla base delle Vs calcolate e dei parametri di densità (ρ) e coefficiente di Poisson (ν) – assunti a priori nella modellazione – mediante le seguenti correlazioni:



- Modulo di deformazione al taglio:

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

- Modulo edometrico:

$$E_d = \rho \cdot V_p^2$$

- Modulo di compressibilità volumetrica:

$$M_0 = \rho \cdot \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

- Modulo di Young:

$$E = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 (1 + \nu)$$

I valori indicati nella tavola sono meramente illustrativi e indicativi di moduli dinamici, ovvero validi per basse deformazioni e non sostitutivi dei parametri caratteristici statici indicati nel relativo paragrafo della presente relazione. Dal profilo di velocità delle onde di taglio si può dunque ricavare il valore di  $V_{s10}$ ,  $V_{s20}$  e così via, e quindi anche il valore di  $V_{s30}$ , quest'ultimo ovviamente alla profondità di 30 m. In basso a destra è riportato il valore del parametro  $V_{seq}$  calcolato utilizzando la stratigrafia  $V_s$  e la formula riportata al par. 5.3 della presente relazione:

$$V_{seq} = H / \left[ \left( \sum_{i=1, N} h_i / V_{s_i} \right) \right]$$

Dove:

H = profondità del substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s)

$h_i$  = spessore dello strato i-esimo

$V_{s_i}$  = velocità delle onde di taglio

N = numero di strati presenti fino al substrato sismico

Dove H è la profondità del substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s),  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti fino al substrato sismico. Per depositi, tuttavia, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la  $V_{seq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$  ottenuto ponendo  $H=30$  m nell'espressione

generale. Come illustrato nella tavola a fondo testo, il valore di  $V_{seq}$  ottenuto tramite la prova MASW effettuata è risultato pari a **890 m/s** a partire dal sedime stradale interno alla galleria. In riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, è possibile inquadrare il sedime nell’ambito della **categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione di tipo A** “*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*”

### 5.3.2 Risposta sismica al sito – Approccio semplificato

Si riportano nel seguito i valori di riferimento e i coefficienti sismici, considerato che l’area in esame è posta in Zona 3 dalla D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019, con categoria topografica T2, sottosuolo di categoria A, classe d’uso III e Vita Nominale 50 anni come indicato dalla relazione geotecnica redatta da SI.ME.TE Srl.

#### VALORI DI RIFERIMENTO

	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Probabilità di superamento [%]	81	63	10	5
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0,065	0,080	0,180	0,223
Fo	2,493	2,502	2,506	2,534
Tc* [s]	0,260	0,270	0,294	0,304

#### COEFFICIENTI SISMICI

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,000	1,000	1,000	1,000
Cc	1,000	1,000	1,000	1,000
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	0,016	0,019	0,058	0,080
Kv	0,008	0,010	0,029	0,040
Amax	0,769	0,941	2,121	2,625
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

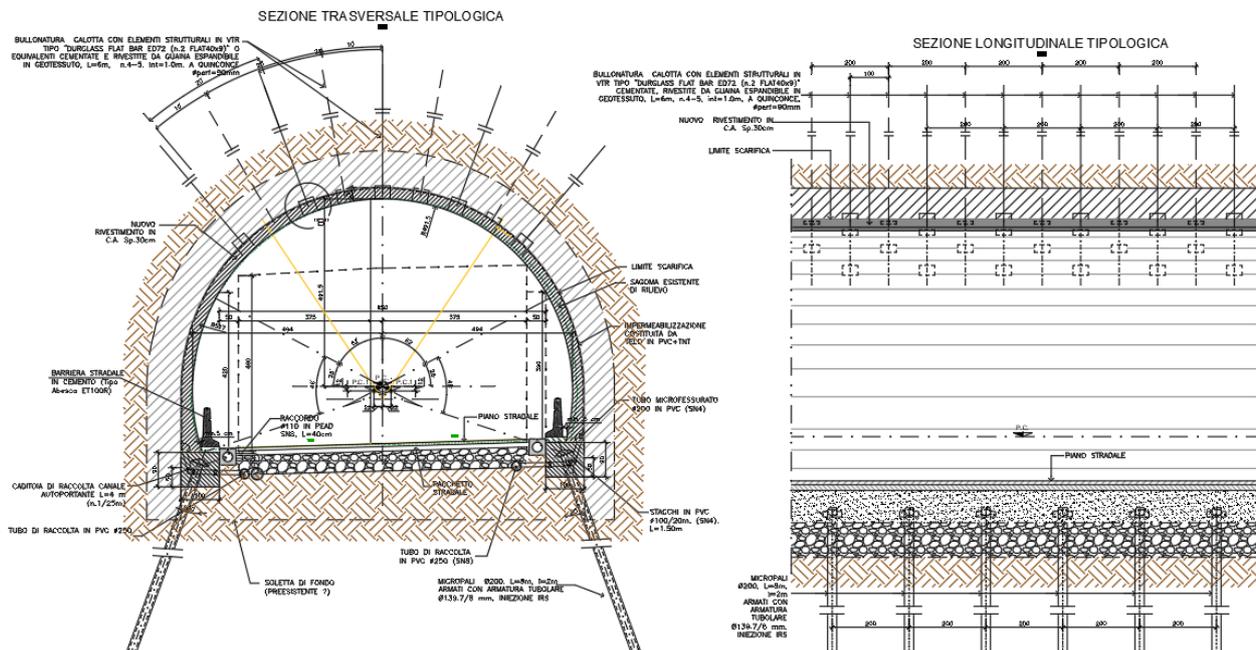


## 6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di ripristino mediante getto di un nuovo rivestimento è da eseguirsi secondo le fasi esecutive descritte di seguito:

1. Realizzazione di fori per alloggiamento dei bulloni a quinconce;
2. Installazione dei bulloni radiali in calotta, con perforazione di diametro  $\geq 90$  mm, lunghezza 6m;
3. Demolizione banchina e porzione di sovrastruttura stradale esistente;
4. Fresatura o idrodemolizione – ove presente armatura – del rivestimento definitivo per uno spessore di circa 30 cm nelle zone di calotta piedritti e murette;
5. Demolizione localizzata della sede stradale per permettere la demolizione dei cordoli esistenti;
6. Demolizione cordoli esistenti, realizzazione micropali, armatura e getto nuovi cordoli
7. Rinterro porzioni stradali scavate;
8. Posa dello strato di impermeabilizzazione con tessuto non tessuto (TNT) e guaina in PVC;
9. Getto del rivestimento definitivo in c.a. di calotta;
10. Completamento reti di smaltimento acque ed altri impianti;
11. Ripristino sovrastruttura stradale.

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento previsto.



Sezione tipologica dell'intervento – copertura >8m.

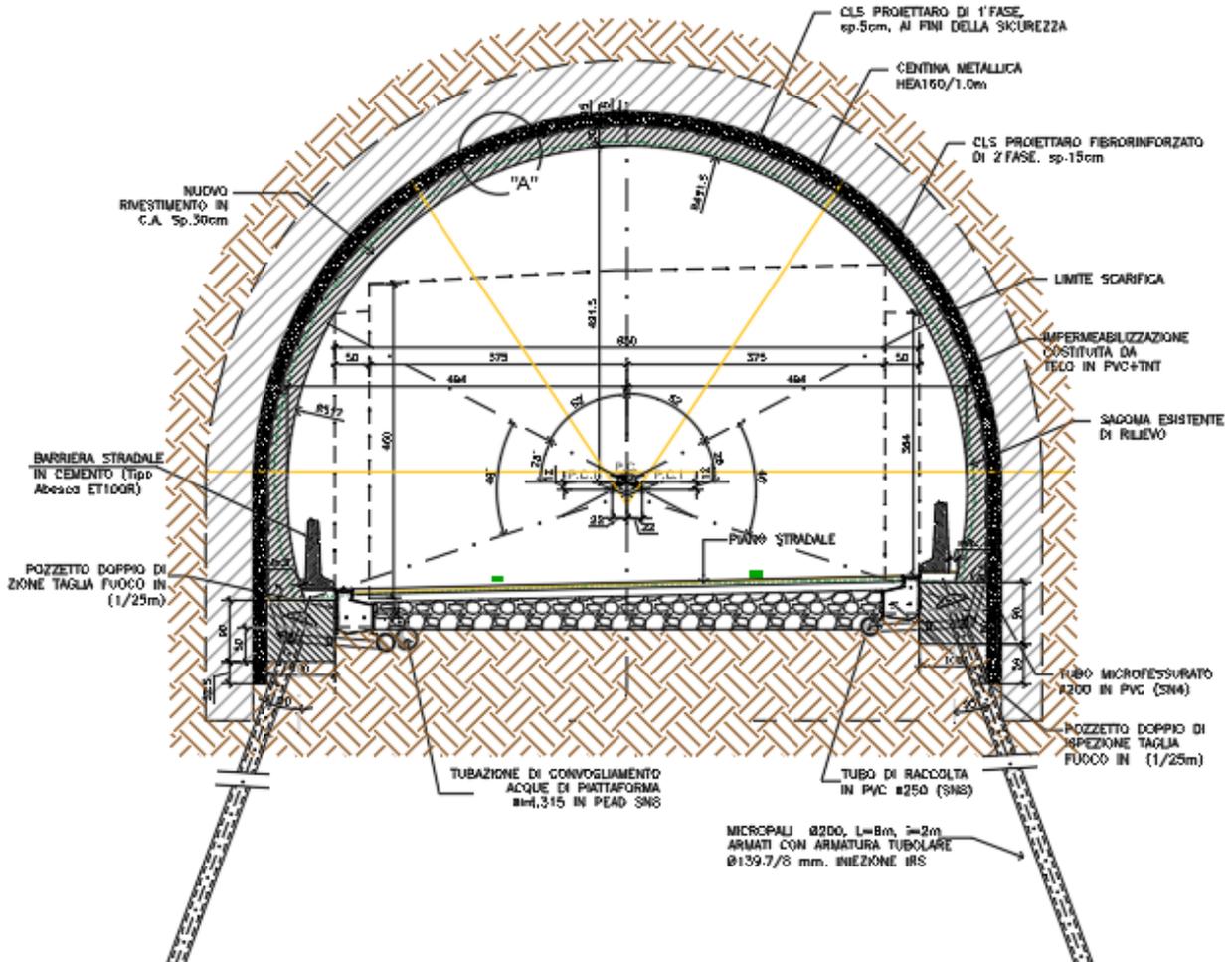
Nelle tratte in prossimità degli imbocchi, data la ridotta copertura ( $\leq 8$  m), non è applicabile la bullonatura a sostegno del rivestimento esistente, pertanto, per garantire il sostegno di quest'ultimo nonché la sicurezza delle maestranze, il sistema di sostegno provvisorio durante le fasi di fresatura sarà costituito centine metalliche e spritz-beton. Si evidenzia che nelle tratte di applicazione di tale intervento la fresatura del rivestimento esistente è prevista pari a circa 50 cm.

Le fasi esecutive di tale intervento sono:

- Fresatura del rivestimento definitivo per campi di 2 m;
- Installazione sostegno temporaneo mediante centine metalliche HEA160 passo 1m e cls proiettato spessore 5+15 cm;
- Demolizione dei cordoli esistenti per 6 m in direzione longitudinale e successiva realizzazione dei micropali
- Armatura e getto dei nuovi cordoli per estensioni longitudinali da 6 m;
- Rinterro della sezione stradale scavata
- Posa dello strato di impermeabilizzazione con tessuto non tessuto (TNT) e guaina in PVC;
- Getto del rivestimento definitivo in c.a. di calotta;
- Completamento reti di smaltimento acque ed altri impianti;
- Ripristino sovrastruttura stradale.

Di seguito si riporta una sezione tipologica dell'intervento suddetto in corrispondenza delle zone a bassa copertura.

SEZIONE TRASVERSALE TIPOLOGICA TRATTE A BASSA COPERTURA (<8.0m)



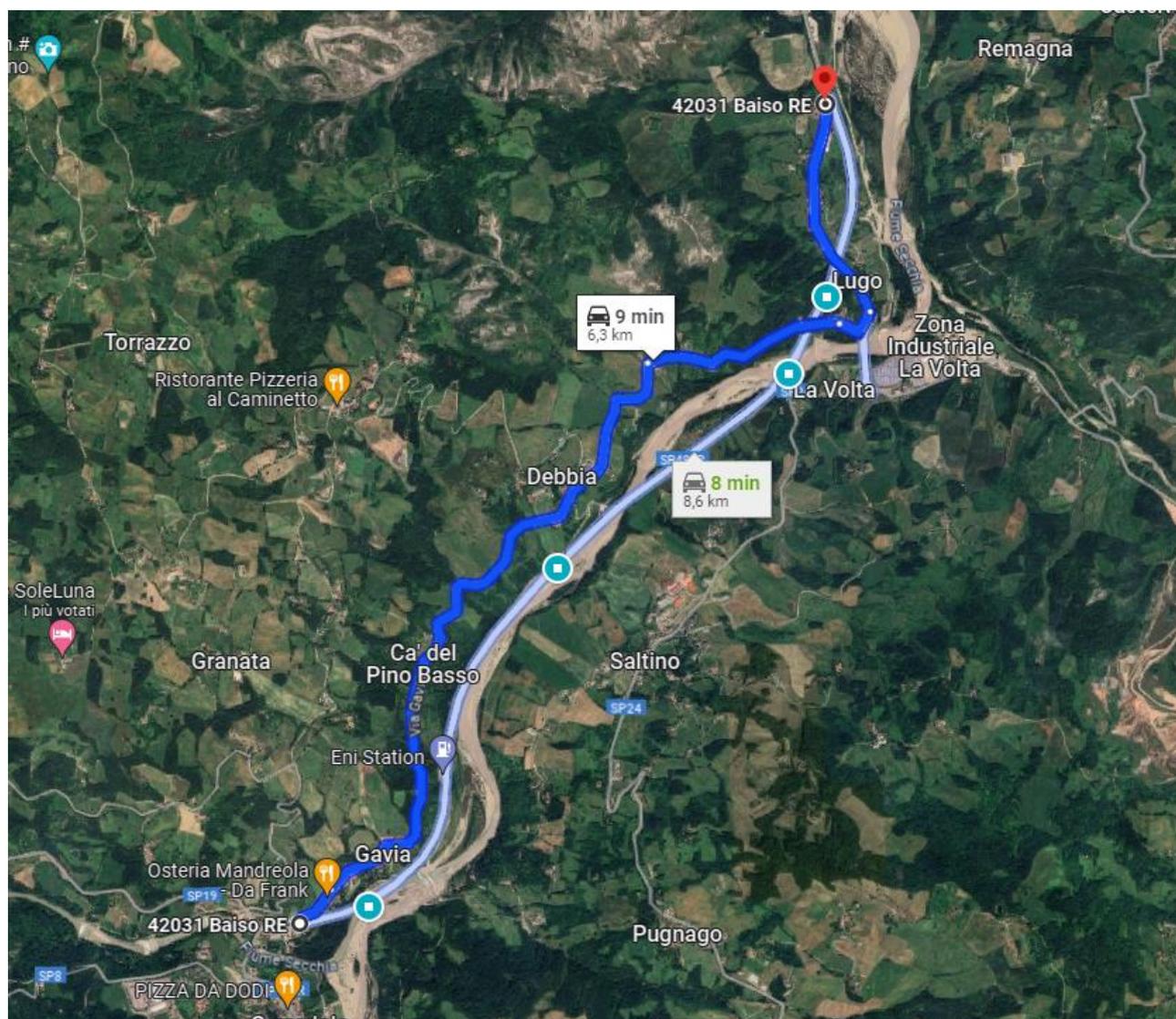
Sezione tipologica dell'intervento – copertura ≤8m.

## 7 CANTIERIZZAZIONE E FASI DI LAVORO

Nel seguente paragrafo verranno descritte le fasi di lavorazione e le modalità di organizzazione del cantiere.

### 7.1 Cantierizzazione

I lavori in oggetto verranno svolti con la chiusura della strada al traffico, come avvenuto durante le lavorazioni del lotto I. La chiusura al traffico della galleria comporterà la deviazione del traffico su una strada secondaria, il cui tracciato viene riportato di seguito:

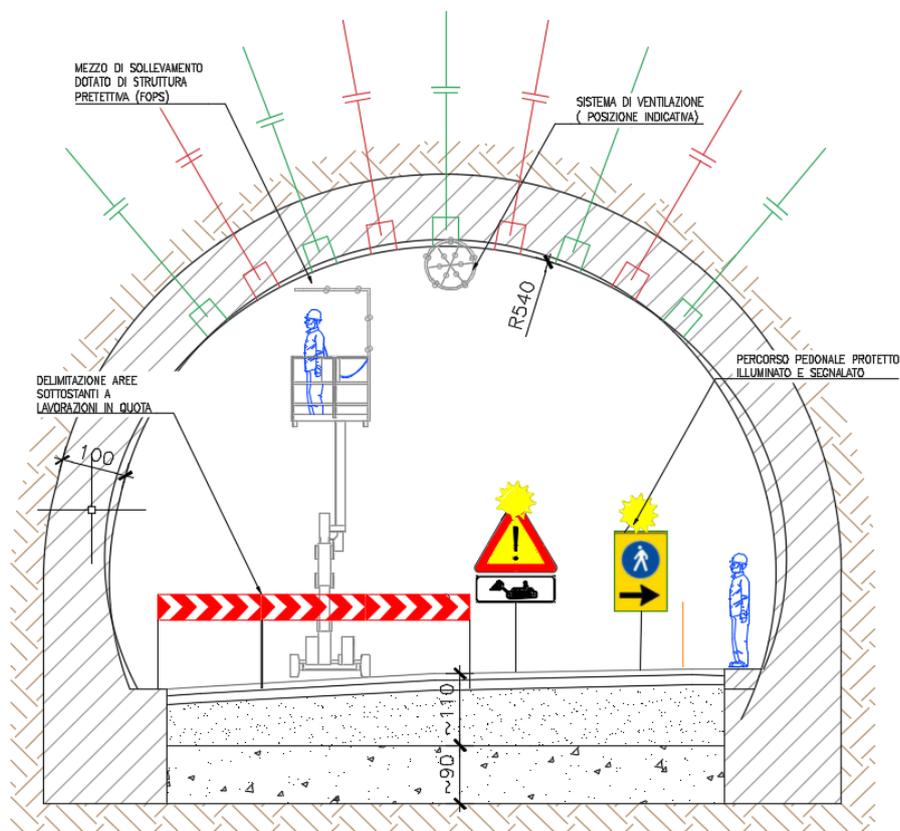


*Tragitto by pass per deviazione traffico*

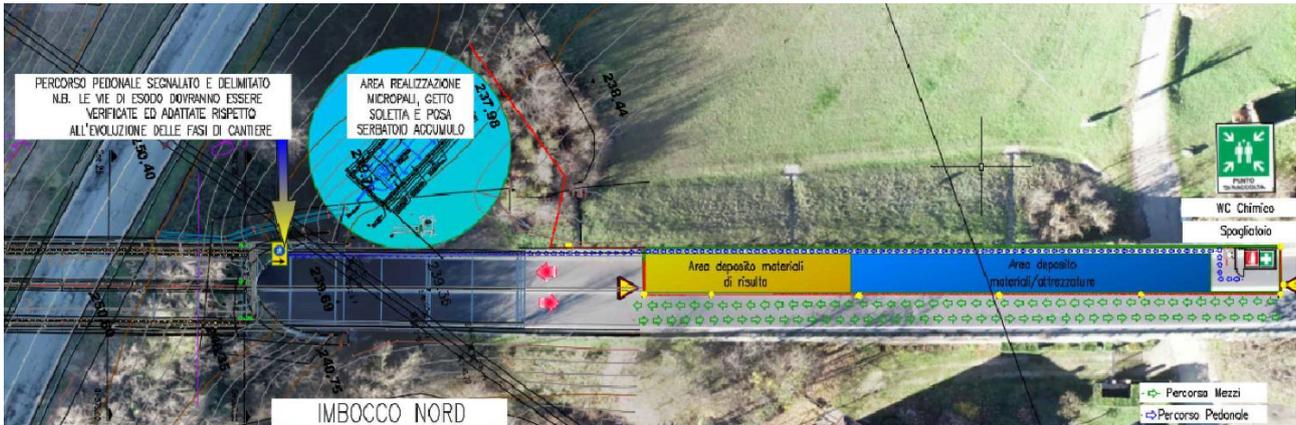
La deviazione prevede un tragitto di circa 8 km; questo tratto essendo secondario, e poiché durante le lavorazioni il volume di traffico a cui sarà sottoposto risulterà notevole (circa 300 mila veicoli al

meze di cui un 10% composto da traffico pesante), in progetto sono previsti una serie di interventi volti a mettere in sicurezza il tratto stradale interessato.

Il cantiere per la realizzazione delle opere in Galleria si prevede si sviluppi in avanzamento, partendo dall'imbocco Sud (lato Cerredolo) e procedendo verso Nord (lato Sassuolo). Tale organizzazione è stata predisposta per poter permettere la contemporaneità delle lavorazioni sfruttando la lunghezza della Galleria e suddividendo il cantiere in fasi di lavorazioni da eseguirsi in maniera propedeutica; ogni fase, affinché possa essere svolta in sicurezza, si prevede venga separata dalla successiva di 60m. Si riporta di seguito uno schema rappresentativo di gestione dell'interferenza:



Il campo base, comprensivo di baracche spogliatoio, bagni e aree stoccaggio materiali/attrezzature, si prevede di posizionarlo lungo il tratto stradale chiuso al traffico che va dal punto di deviazione del traffico all'imbocco lato Nord.

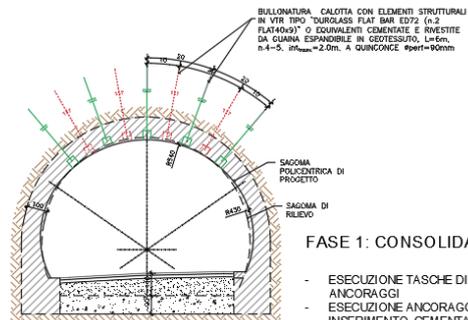
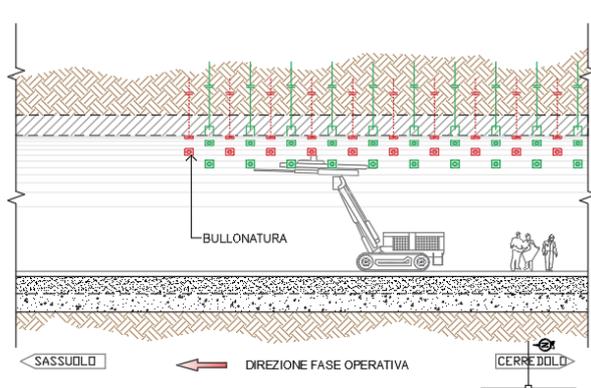


La predisposizione del campo base nella suddetta area permetterà di poter smaltire i rifiuti provenienti dalle attività di fresatura e demolizione dall'imbocco Nord e i di smaltire i rifiuti provenienti dalle attività di scavo dall'imbocco sud.

## 7.2 Fasi di lavoro

### 7.2.1 Fase 1

Nella fase 1 è prevista la chiodatura della galleria per tutta la sua lunghezza ad esclusione dei tratti già oggetto di lavorazione nel lotto 1. Si riporta di seguito uno schema rappresentativo.

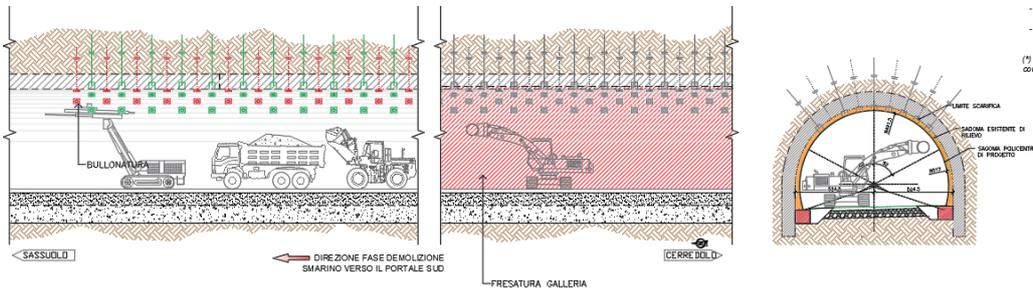


FASE 1: CONSOLIDAMENTI IN CALOTTA

- ESECUZIONE TASCHE DI ALLOGGIAMENTO DEGLI ANCORAGGI
- ESECUZIONE ANCORAGGI (PERFORAZIONE, INSERIMENTO, CEMENTAZIONE)

### 7.2.2 Fase 2

Nella fase 2 una squadra di lavoratori seguirà la squadra della fase 1 che esegue le chiodature in calotta. L'attività prevede la fresatura della calotta secondo le specifiche di progetto e la demolizione dei cordoli di base esistenti.

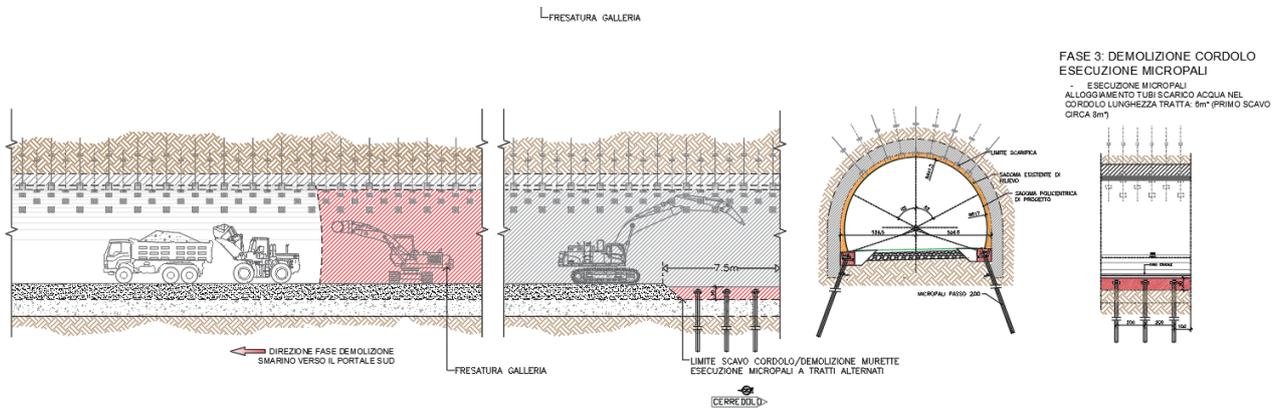


FASE 2: FRESATURA-DEMOLIZIONE

- ESECUZIONE FRESATURA MECCANICA (IDRODEMOLIZIONE OVE PRESENTE ARMATURA)
  - DEMOLIZIONE PER ALLOGGIAMENTO CORDOLO LUNGHEZZA TRATTA: 6m\* (PRIMO SCAVO CIRCA 6m\*)
- (\*) Distanza limite che potrebbe aumentare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo della galleria.

7.2.3 Fase 3

Durante la fase 3 si procederà alla realizzazione dei micropali per sviluppi longitudinali massimi di 6 m.

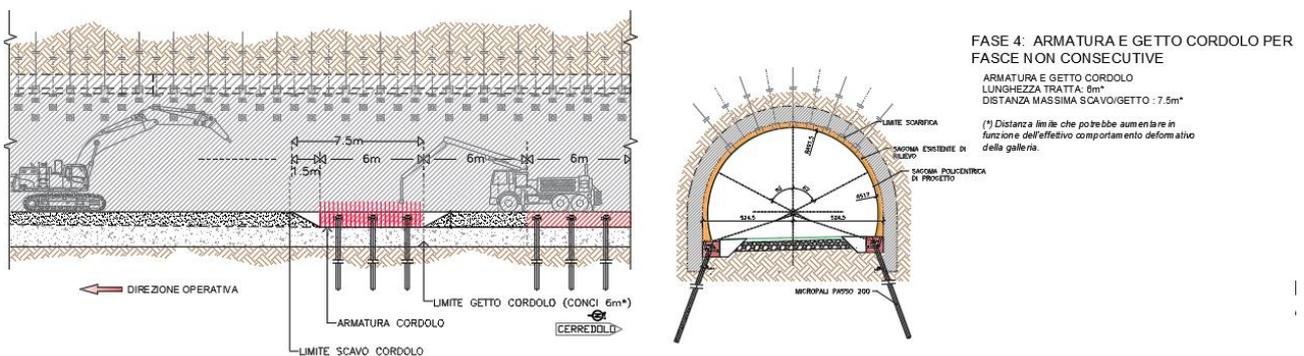


FASE 3: DEMOLIZIONE CORDOLO ESECUZIONE MICROPALI

- ESECUZIONE MICROPALI ALLOGGIAMENTO TUBI SCARICO ACQUA NEL CORDOLO LUNGHEZZA TRATTA: 6m\* (PRIMO SCAVO CIRCA 6m\*)

7.2.4 Fase 4

Nella fase 4 si procede con la posa dell'armatura ed il getto dei cordoli. Lo sviluppo longitudinale del getto sarà di 6 m e si procederà a blocchi alternati.



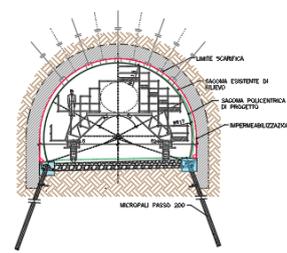
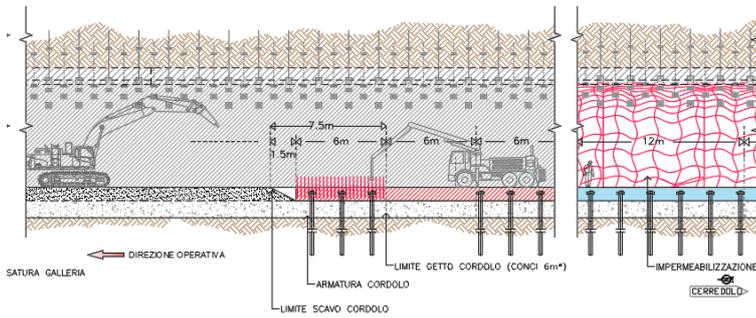
FASE 4: ARMATURA E GETTO CORDOLO PER FASCE NON CONSECUTIVE

- ARMATURA E GETTO CORDOLO LUNGHEZZA TRATTA: 6m\*
- DISTANZA MASSIMA SCAVO/GETTO: 7.5m\*

(\* Distanza limite che potrebbe aumentare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo della galleria.

7.2.5 Fase 5

Nella fase 5 i mezzi procederanno con la posa della impermeabilizzazione.

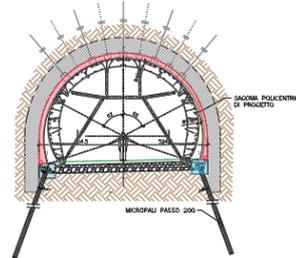
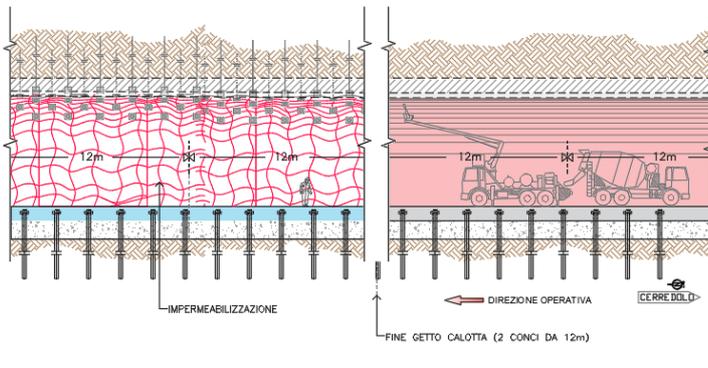


**FASE 5: IMPERMEABILIZZAZIONE**

- RINTERRO
- POSA IN OPERA SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE (Lunghezza tratta operativa 12m)

7.2.6 Fase 6

L'ultima attività prevede l'armatura ed il getto della calotta superiore.



**FASE 6: ARMATURA E GETTO**

- ARMATURA E GETTO CALOTTA (preservare una distanza operativa di ~60m\* tra il settore di scavo)
- DEMOLIZIONE E RICO STRUTTURIZIONE PAVIMENTAZIONE STRADALE, IMPIANTI SEGNALETICA

(\*) Distanza limite che potrebbe aumentare in funzione dell'effetto vinco con portamento deformabile della galleria.

## 8 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE

Nel seguente paragrafo si riportano le caratteristiche principali del nuovo impianto di illuminazione. In particolare, poiché il progetto prevede un intervento strutturale importante sulla calotta (comprensivo di fresatura e nuovo getto) sarà opportuno prevedere lo smontaggio ed il rifacimento dell'impianto esistente.

### 8.1 Generalità

In conformità a quanto indicato negli elaborati progettuali nel seguito si riporta la descrizione delle opere elettriche da eseguire in fornitura e opera compresi i collegamenti, suddivise sia sotto l'aspetto funzionale che operativo, dei seguenti principali corpi d'opera:

- Alimentazioni, sorgenti di energia e allacciamento al contatore;
- impianto di distribuzione primaria e quadri elettrici;
- impianto di illuminazione e distribuzione terminale;
- Impianto di monitoraggio della vasca di accumulo degli sversamenti in galleria;
- impianto di terra.

Per il dettaglio delle lavorazioni si rimanda altresì al computo metrico e gli elaborati grafici.

Il computo metrico integra quanto riportato nel presente Capitolato anche qualora la Stazione Appaltante decida di non inserirlo fra i documenti contrattuali.

Le lavorazioni dovranno pertanto essere eseguite recependo sia quanto riportato nel presente Capitolato sia quanto riportato nella descrizione dei prezzi unitari contenuti nel computo metrico.

Si ricorda comunque che l'appalto è a corpo e pertanto le quantità presenti nel computo metrico non sono vincolanti per l'Appaltatore, che dovrà comunque realizzare l'opera come descritta compiutamente e perfettamente funzionante.

Gli impianti sotto descritti sono da intendersi completi di tutti gli accessori e la componentistica necessaria alla loro corretta posa in opera, in modo da rendere il tutto montato, finito, perfettamente funzionante. Sono da ritenersi incluse nel prezzo a corpo gli oneri derivanti da eventuali lavorazioni notturne o in giorni festivi. Tutti i lavori dovranno procedere secondo un cronoprogramma generale con riportata la successione cronologica degli interventi ed i tempi previsti.

In merito agli elaborati grafici si precisa che sono validi esclusivamente ai fini impiantistici.

### 8.2 Alimentazione e sorgenti di energia

L'alimentazione dell'impianto della galleria sarà prelevata da un allacciamento in bassa tensione realizzato nella piazzola tecnica adiacente l'imbocco nord.

L'attività di riorganizzazione della piazzola comporterà lo spostamento dell'attuale contatore, operazione da concordare con l'ente fornitore dell'energia elettrica.

La galleria è dotata esclusivamente di illuminazione ordinaria, non sono previste sorgenti atte a gestire l'assenza di alimentazione da parte dell'ente fornitore (art 7.6 UNI 11095).

Saranno realizzati un quadro sotto contatore QSC ed un quadro generale di galleria QGG dal quale saranno alimentati gli impianti previsti dal presente appalto.

### 8.3 Distribuzione principale

Dal quadro elettrico QGG la distribuzione elettrica sarà composta da cavidotti interrati sino all'imbocco della galleria.

La posa dei cavidotti avverrà i scavo a sezione obbligata con profondità di interrimento di 0,8 m per i percorsi in aree verdi o in piazzola tecnica, e profondità di 1 m per gli attraversamenti stradali.

Tutti i pozzetti esterni saranno di tipo carrabili in classe D400.

In corrispondenza dell'imbocco avverrà il passaggio dal cavidotto interrato alle canaline in galleria.

Le dimensioni, le caratteristiche delle condutture e dei letti di posa dovranno rispettare le specifiche tecniche e quanto indicato negli elaborati progettuali.

La distribuzione in galleria si comporrà di canaline in acciaio inox AISI 304 la cui posizione (altezza e allineamento all'interno delle corsie) sarà vincolato alla posizione degli apparecchi illuminanti.

All'interno della galleria saranno predisposte, per eventuali necessità future, due vie cavi sotto le banchine destra e sinistra, composte da due tubi del diametro di 200 mm; tali vie cavi saranno terminate in corrispondenza degli imbocchi con pozzetti di raccordo con l'esterno della galleria.

Al fine dell'installazione degli impianti di distribuzione principale (canalizzazioni), si esplicita che:

- le sospensioni dovranno essere fissate direttamente alla calotta con piastra snodata;
- tutte le canalizzazioni dovranno essere staffate mediante ancoranti/tasselli aventi durata minima specifica di resistenza al fuoco data dalla classe del corrispondente compartimento, e per i quali dovranno essere prodotte anche le relative certificazioni.

In particolare dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di:

- canali metallici in acciaio INOX AISI 304, chiusi con coperchio, nei percorsi esterni;
- cartellonistica di segnalazione (targhette serigrafate) relativa agli impianti e servizi contenuti nelle canalizzazioni con identificazione delle derivazioni;
- tubazioni interrate, nei percorsi esterni al piano terreno, del tipo a doppio strato in polietilene ad alta densità, corrugate esternamente e con parete liscia interna, aventi resistenza allo schiacciamento minima 450N;
- Canalizzazioni zincate con coperchio installate a bordo ponte per l'alimentazione della segnaletica all'imbocco sud
- cavi e/o conduttori del tipo per locali a basso rischio FG16(O)M16 rispondenti al regolamento europeo CPR UE 305/11 ed alla norma EN 50575:2014 + EN50575/A1:2016 per i collegamenti di energia ai quadri elettrici di piano/zona/alloggio ed alle utenze in campo;

Le dimensioni, le caratteristiche delle condutture (canalizzazioni, polifore e cavi) e dei letti di posa dovranno rispettare quanto sopra indicato e quanto indicato negli elaborati progettuali.

Dovranno essere completi, ove indicato e/o necessario, di scomparto di risalita cavi, e possedere le caratteristiche indicate nelle specifiche tecniche e negli elaborati di progetto.

Ove indicato, gli interruttori/sezionatori (compresi i generali di quadro) dovranno essere dotati di contatti di segnalazione per il riporto degli stati ed allarmi sul sistema di monitoraggio.

Detti quadri elettrici dovranno altresì permettere un ampliamento del 20%.

Per la protezione contro le sovratensioni dovute a fulminazione indiretta, dovranno essere installati degli scaricatori di tensione all'ingresso delle linee nei quadri elettrici suddetti e, ove richiesto, dovranno essere completi di contatto di segnalazione di intervento/fine vita per il riporto sul sistema di monitoraggio.

#### 8.4 Sganci di emergenza

All'esterno dell'armadio contenente il QGG sarà presente un pulsante di sgancio d'emergenza a lancio di corrente atto a togliere tensione agli impianti in galleria.

#### 8.5 Distribuzione terminale

La distribuzione terminale consisterà di fatto nell'alimentazione degli apparecchi di illuminazione.

Le dorsali dedicate all'impianto di illuminazione saranno realizzate in cavo unipolare, e le derivazioni ai singoli apparecchi avverranno per mezzo di connessioni a giunto termorestringente a cerniera.

Ogni derivazione sarà terminata con una presa volante CEE 2P+T per mezzo della quale potrà essere connesso l'apparecchio di illuminazione.

All'esterno della galleria saranno alimentati i roto PMF per la segnalazione del malfunzionamento della luce in galleria; essi, posizionati alla distanza di riferimento dall'imbocco, saranno raggiunti da un cavidotto nel caso dell'imbocco nord e da una canalina a bordo ponte nel caso dell'imbocco sud.

Nella piazzola tecnica gli impianti saranno composti dai servizi accessori della vasca di raccolta delle acque di piattaforma e dal palo luce al servizio della stessa.

La distribuzione verso questi utilizzatori sarà realizzata in tubazione interrata del diametro di 63 mm come indicato negli elaborati grafici.

Per maggiori indicazioni si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

#### 8.6 Impianto di monitoraggio

Le apparecchiature preposte al controllo e alla regolazione dell'impianto di illuminazione sono predisposte per il telecontrollo e la comunicazione remota dello stato di funzionamento.

Il progetto prevede che venga eseguito il monitoraggio dello stato di funzionamento dell'intero impianto, pertanto saranno prelevati gli stati di:

- Interruttore generale del QSC
- Cumulativo degli interruttori presenti nel QGG

- Livello troppo pieno della vasca di accumulo degli sversamenti accidentali.

All'interno del quadro QGG saranno alloggiati, oltre alle apparecchiature di regolazione e controllo dell'impianti di illuminazione, anche un modem GSM, e l'unità I/O necessaria ad acquisire le informazioni sopra descritte.

## 8.7 Impianto di illuminazione normale

L'impianto di illuminazione della galleria si compone delle due funzioni:

- Illuminazione permanente: che fornisce un livello di illuminazione uniforme su tutta la lunghezza della galleria
- Illuminazione di rinforzo: che fornisce l'illuminazione necessaria a contrastare l'effetto debilitante dal passaggio dall'esterno all'interno del tunnel.

L'impianto sarà distribuito su due file parallele, lungo le quali gli apparecchi saranno staffati alle stesse canaline che veicolano i cavi di distribuzione.

Ciascun apparecchio sarà dotato di staffa con aggancio rapido alla canalina in modo da facilitare tanto la posa in fase di realizzazione quanto lo smontaggio in fase manutentiva.

La modalità di esecuzione delle derivazioni, mediante giunto e presa volante, consentirà il cablaggio in officina dell'intera dorsale, limitando in questo modo l'attività da svolgere in quota per l'esecuzione dei cablaggi e per la connessione degli apparecchi di illuminazione.

Gli elaborati grafici di progetto illustrano il tracciamento degli apparecchi, sia rispetto alla sezione corrente sia rispetto allo sviluppo longitudinale, tanto per la funzione permanente, quanto per la sezione rinforzo.

Si raccomanda, in caso di sovrapposizione totale o parziale di due apparecchi nella stessa posizione, **di privilegiare l'apparecchio di rinforzo rispetto al permanente**

Per ciascun apparecchio sono inoltre indicati il circuito di riferimento e la fase dal quale dovranno essere derivati.

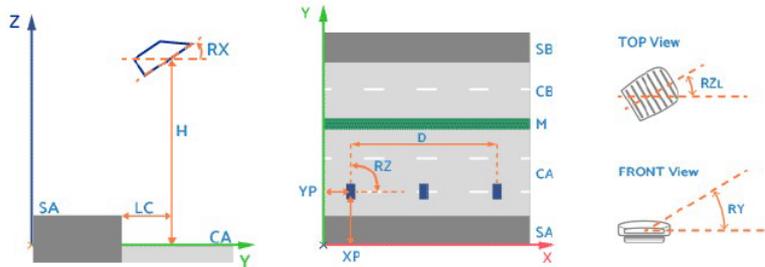
L'impianto di illuminazione di rinforzo è calcolato in contro flusso pertanto l'impresa dovrà porre particolare attenzione nel rispettare orientamento degli apparecchi indicato nei calcoli illuminotecnici.

Analogamente sarà riservata alla posa degli apparecchi dell'illuminazione permanente.

Di seguito è riportato in maniera esemplificativa l'indicazione dell'orientamento degli apparecchi contenuta nei file di calcolo.

#### 1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	Circuito	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Apparecchi	Interd. [m] (D)	Incr.%	Tratto [m]	Ang.Incl. [°] (RX)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Row	A	Layer 0	-28.00	6.62	5.50	8	14.00	0.00	98.00	0	90	0
Row	A	Layer 0	-21.00	2.88	5.50	8	14.00	0.00	98.00	0	90	0



Per quanto concerne la modalità di distribuzione delle dorsali si rinvia al paragrafo relativo alla distribuzione principale.

#### 8.8 Impianto di terra

In base a quanto previsto negli elaborati di progetto, sarà realizzato un impianto di terra unico utilizzando sia dispersori normali (puntazze in acciaio ramato posate entro pozzetti ispezionabili, corda nuda, ecc.), sia gli organi di dispersione naturali delle strutture (ferri di armatura di centina).

Gli elementi di connessione previsti saranno costituiti da corda di rame nudo di sezione 50mmq e da nodi/collettori equipotenziali ubicati nel quadro elettrico QGG.

Per quanto riguarda la distribuzione del conduttore di protezione, si opta per la posa di una corda in rame nuda da 10 mmq all'interno di ciascuna canalina.

Al termine delle lavorazioni, l'impresa dovrà garantire e verificare la continuità dei collegamenti di terra, verificarne la relativa resistenza generale e rilasciare i modelli di dichiarazione previsti per legge.

## 9 IMPIANTO DI RACCOLTA DELLE ACQUE

### 9.1 Generalità

Il progetto relativo al raccoglimento delle acque in galleria è redatto con riferimento all'allegato III del D. Lgs. N. 264 del 5 ottobre 2006 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete autostradale transeuropea" ed alle Linee Guida ANAS 2009 inerenti alla progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.

Il progetto ha il fine di adeguare la galleria ai requisiti previsti dal D. Lgs. 264/06 e comprende: l'integrazione dell'impianto di drenaggio delle acque di piattaforma con pozzetti sifonati tagliafuoco, la posa di una nuova tubazione di drenaggio sotto la carreggiata all'interno della galleria, la realizzazione di una vasca di accumulo per sversamenti accidentali dotata di un sistema di elettrovalvole deviatrici e di un disoleatore e la posa di una nuova tubazione di drenaggio per le acque di percolazione.

### 9.2 Piogge di progetto caratteristiche

A fine di valutare l'apporto meteorico generato dalla precipitazione e riversato all'interno della galleria sono stati considerati i dati dalla durata di possibilità pluviometrica per eventi intensi resi disponibili dal PAI. Il tempo di ritorno da considerare per la progettazione delle opere di drenaggio è pari a 50 anni. Analizzando i dati disponibili all'interno del PAI non si sono riscontrati i valori caratteristici della LSPP per il tempo di ritorno sopra riportato. Si è così deciso di adottare come parametri caratteristici quelli che descrivono la LSPP con tempo di ritorno pari a 100 anni in via altamente cautelativa. Questa scelta è stata compiuta dato che l'area dove si genererà la precipitazione risulta molto limitata con apporti minimi al sistema di drenaggio.

I parametri delle LSPP validi per durate della pioggia maggiori o uguali a 1 con Tr100, sono i seguenti:

Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100	
a	n
46,85	0,34

*Piogge caratteristiche del sito, per le piogge brevi (tempo inferiore ad 1 ore) è stata utilizzata la formula di Bell.*

Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100				
t	h	i	q	
(ore)	(min)	(mm)	(mm/ora)	(l/s/m <sup>2</sup> )
0,033	2	6.66	199.8	0.055506
0,083	5	14.41	172.9	0.048019



Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100				
t		h	i	q
(ore)	(min)	(mm)	(mm/ora)	(l/s/m <sup>2</sup> )
0,167	10	21.56	129.4	0.035939
0,250	15	26.36	105.5	0.029292
0,500	30	35.78	71.6	0.019880
1		46.85	46.850	0.013014
3		68.07	22.689	0.006302
6		86.16	14.359	0.003989
12		109.05	9.088	0.002524
24		138.03	5.751	0.001598

*Piogge caratteristiche del sito, per le piogge brevi (tempo inferiore ad 1 ore) è stata utilizzata la formula di Bell.*

Analizzando i dati sopra riportati si è deciso di adottare un coefficiente udometrico pari a 0,0359 l/s m<sup>2</sup> ha ottenuto attraverso una precipitazione intensa con tempo di pioggia di 10 minuti, evento breve ma molto intenso il quale potrebbe mettere in crisi l'apparato ricettore e drenante.

### 9.3 Impianto di drenaggio all'interno della galleria

Il drenaggio delle acque di piattaforma risulta un requisito di sicurezza (punto 2.6.1 dell'Allegato 2 del D. Lgs. 264/06) per le gallerie in cui è autorizzato il trasporto delle merci pericolose.

Il D.Lgs 264/06 riporta all'Allegato 2 §2.6.1 quanto segue: "Se il trasporto di merci pericolose è autorizzato, il drenaggio di liquidi infiammabili e tossici è effettuato tramite canali di scolo appositamente progettati o altri dispositivi all'interno delle sezioni trasversali delle gallerie. Inoltre, il sistema di drenaggio deve essere progettato e mantenuto in funzione in modo da impedire incendi nonché il propagarsi di liquidi infiammabili e tossici all'interno di un fornice e tra i fornici."

Il sistema di drenaggio delle acque consente di controllare la diffusione sul manto stradale dei liquidi tossici o infiammabili, sversati a seguito di un incidente o ad un guasto ad un veicolo, contribuendo a limitare le conseguenze di un evento e a rendere più facilitati i soccorsi. Il sistema deve evitare che gli eventuali liquidi infiammanti intercettati vengano trasportati in punti della galleria distanti dal luogo dell'evento. Il sistema deve essere quindi dotato di pozzetti tagliafiamma.

Per definire lo scenario di progettazione più gravoso si ipotizzano i seguenti eventi:

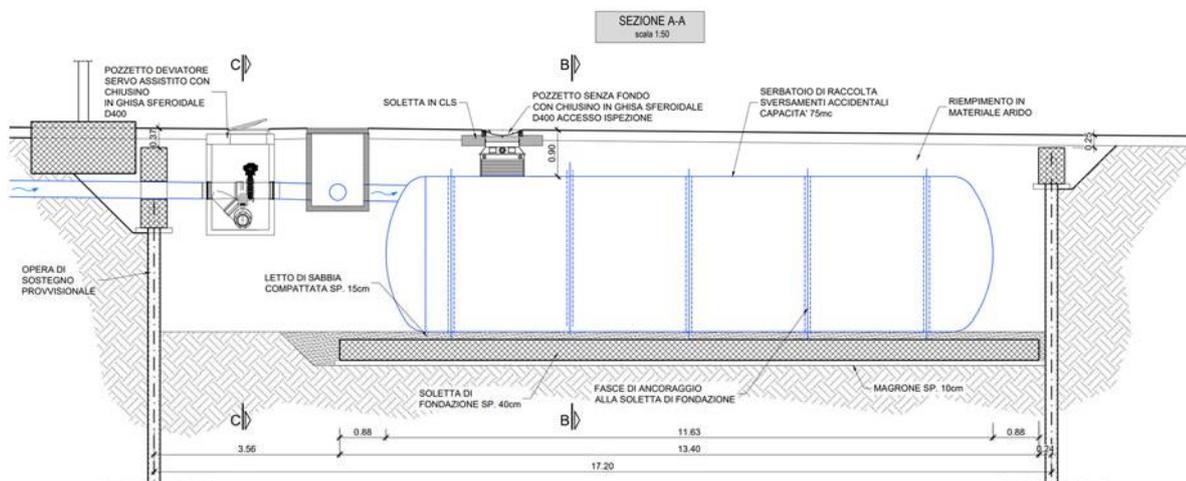
- apporto meteorico che interessa gli imbocchi della galleria;
- lo sversamento accidentale di materiale inquinante o infiammabile;
- il contributo delle azioni di salvaguardia a fronte di incendi (spegnimento);
- il lavaggio della carreggiata e/o delle pareti della galleria.

A seguito si riportano le descrizioni dei quattro scenari e la loro valutazione in termini di portata affluente al sistema di drenaggio.

#### 9.4 Vasca di accumulo

All'esterno della galleria, le condotte di raccolta delle acque giungono ad un pozzetto by-pass di manovra governato da un sistema di valvole motorizzate, che permette di separare le acque ed inviarle a due sistemi differenti: uno attivo in condizioni di funzionamento standard ed uno in condizioni di emergenza. In condizioni di funzionamento normali, le acque convogliate dal sistema di drenaggio attraverseranno un sistema di trattamento in continuo delle acque di dilavamento della piattaforma (disoleatore) e verranno scaricate presso la canaletta esistente a valle della galleria.

Nel caso in cui invece venga attivato il sistema di allarme previsto per la galleria, le acque verranno convogliate, attraverso il pozzetto by-pass, alla vasca di accumulo di volume pari a 50 m<sup>3</sup> per il successivo recupero e smaltimento degli stessi.

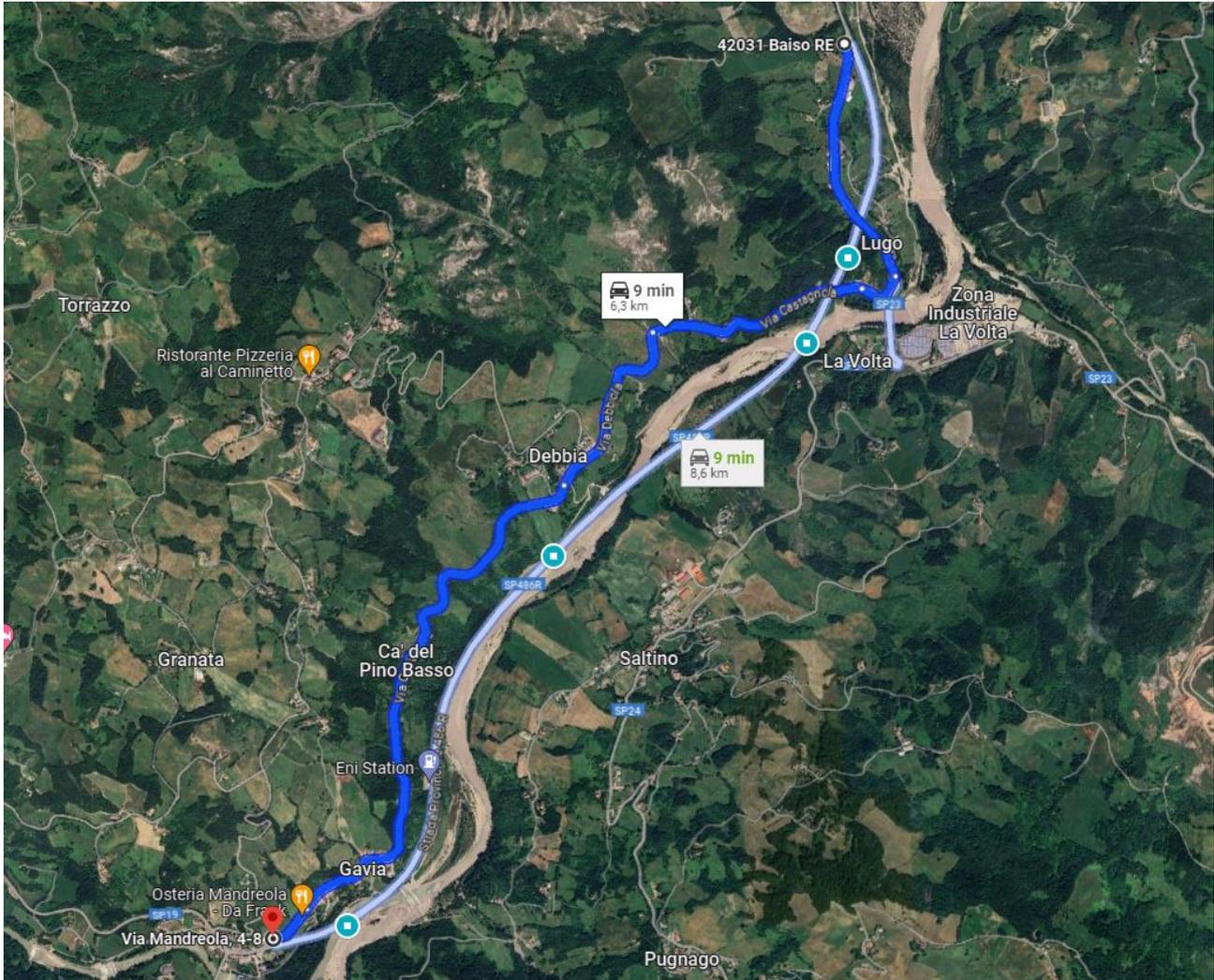


Sezione tipologica vasca di accumulo

La procedura di svuotamento della vasca dovrà essere effettuata ogni qualvolta venga attivato il sistema di allarme all'interno della galleria e si verifichi anche solo un parziale riempimento della vasca, in modo da garantire il ripristino totale del volume di accumulo. In queste occasioni dovrà essere anche garantito lo svuotamento dei pozzetti tagliafiamma presenti lungo la galleria che, vista la loro struttura, non consentono lo scarico automatico totale dei reflui presenti all'interno delle camere. Tali operazioni di svuotamento e pulizia, in ogni caso, dovranno essere previste periodicamente (indicativamente almeno una volta ogni 6 mesi) al fine di garantire la corretta manutenzione della rete di drenaggio.

## 10 SISTEMAZIONE STRADALE DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA

I lavori previsti in progetto prevedono la chiusura al traffico della galleria. Per questo motivo la viabilità verrà deviata su un percorso alternativo della lunghezza di circa 7 km, come riportato di seguito:



*Percorso viabilità By Pass*

Il percorso stradale, definito By- Pass, che è stato già utilizzato durante i lavori di prima fase, sarà oggetto di messa in sicurezza per garantire la sicurezza al traffico viabile che aumenterà notevolmente durante le lavorazioni.

Gli interventi prevedono dei ripristini localizzati della pavimentazione stradale mediante scarifica della pavimentazione e ripristino con binder e/o strato di usura.