ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

GE 34/08 (codice CIG 0192830857)

SS 1 Nuova Aurelia - Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

Interconnessione tra i caselli della A10 di Savona e Albisola e i porti di Savona e Vado: variante alla SS 1 Aurelia nel tratto tra Savona Torrente Letimbro ed Albissola Superiore

PROGETTO ESECUTIVO

ATI di IMPRESE:

c.m.c. cooperativa muratori cementisti ravenna — Capogruppo Mandataria

ITINERA — Mandante

ATI di Progettazione:

SGAI s.r.l. di E.Forlani & C. Studio di Ingegneria e Geologia Applicata
Via Marioti, 18 - 47833 Morciano di Romagna (RN) - ITALY
P.IVA 01894420403
Tel. +39 0541988277 - Fax +39 0541987606
email: sgai@sgai.com www.sgai.com
Sistema Gestione Qualità ISO 9001:08 RINA 4367/00/S

Capogruppo

D'APPOLONIA
VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476550102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

Mandante

Eletec 2000 S.r.l.

Mandante

Titolo Elaborato:

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

CODICE ELABORATO:	PROGETTO	LIVELLO	CAPITOLO	WBS	PROGR.	TIPO	N.	REV.	scala
	GE34/08	PE	01-EG	0-00	010	RE	01	2	

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
4						
3						
2	APRILE 2011	INTEGRAZIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI
1	26/02/2011	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA ANAS	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI
0	Luglio 2010	EMISSIONE	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI	F. FORLANI

Progettista:

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING. FILIPPO FORLANI
Settore: Civile e Ambientale
Sezione: A
n° 527 / A

ATI di Imprese:

Cooperativa Muratori & Cementisti
S.M.C. di Ravenna
Via Trieste, 76 - 48122 RAVENNA

Committente:

Il Responsabile del Procedimento

Direttore dei Lavori:

ANAS S.P.A.

PROVINCIA DI SAVONA

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola

e i porti di Savona e Vado

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

SGAI
www.sgai.com

DAPPOLONIA
VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 6146 FAX +39 010 362 1278 P. IVA 00476650102
e-mail: dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

Eletec 2000 S.r.l.

1. ORGANIZZAZIONE DEL DOCUMENTO

1.1. SOMMARIO:

1. ORGANIZZAZIONE DEL DOCUMENTO 3
1.1. SOMMARIO: 3
1.2. INDICE DELLE FIGURE E DELLE TAVOLE 6
2. premesse 9
2.1. il tracciato nel contesto della "Variante alla SS1 Aurelia" 9
2.2. dati di base per la fase di progettazione 12
2.3. approccio progettuale 12
2.4. Acquisizione dei dati e nuove criticità 13
2.4.1 Passaggio parietale S.Paolo 14
2.4.2 Ulteriori edifici/strutture in area urbana soggetti a rischio di danno e interferenze 15
2.4.3 Approfondimenti sulle conoscenze geologiche/geomeccaniche dei terreni e ammassi 19
2.4.4 Imbocco Cappuccini Ovest - nuove conoscenze stratigrafiche e interferenze 20
2.4.5 Interventi zona rio Termine 20
2.4.6 viadotto La Rusca - interferenza di una pila con opera di captazione dell'Acquedotto di Savona 21
2.4.7 Galleria Ferroviaria Monte Pasasco 22
2.4.8 Interventi sul rio Basci 22
2.4.9 Muro post-medievale presso via Schiantapetto 22
2.4.10 Discariche 23
2.4.11 Emissioni sonore e rumore 23
2.4.12 Recepimento pendenze trasversali 23
2.4.13 Nuove criticità non evidenziate nella fase di progettazione precedente 23
2.5. Indirizzi alla soluzione finale di tracciato e raffronto con il tracciato di gara 24
2.5.1 La variante di livelletta 25
2.6. Risoluzione di altre problematiche emerse non strettamente legate al tracciato 32
2.6.1 Montaggio Fresa presso Basci Est 32
3. descrizione ragionata di inquadramento del progetto stradale 35
3.1.1 Svincolo Letimbro 36
3.1.2 Viadotto La Rusca 37
3.1.3 opere tra viadotto La Rusca e imbocco Ovest Cappuccini 38
3.1.4 galleria Cappuccini 39
3.1.5 svincolo Miramare 41
3.1.6 galleria San Paolo 42
3.1.7 Rio Termine 43
3.1.8 sistemazione del rio Basci 44
3.1.9 galleria Basci 45
3.1.10 viadotto Grana 47
3.1.11 galleria Grana 47
3.1.12 svincolo Sansobbia e viadotto Sansobbia 48
4. Attività Propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo 51
4.1. Censimento degli edifici ed interferenze 51
4.2. Archeologia 55
4.3. topografia e rilievi 57

5. indagini geognostiche 58
5.1. Indagini non distruttive 58
6. geotecnica generale 60
6.1. Note sulla Caratterizzazione Geomeccanica degli Ammassi Rocciosi 63
6.1.1 Generalità sul metodo 63
6.1.2 Analisi e Interpretazione dei risultati 65
6.2. Conclusioni 68
7. idrologia e idraulica 69
7.1. Sistemazioni fluviali 69
7.2. Smaltimento acque di piattaforma 71
8. progetto dell'infrastruttura 74
8.1. Standard Progettuali 75
8.2. Sezione Tipo 75
8.3. Velocità di Progetto 79
8.4. visibilità 80
8.5. piattaforma in cls per le gallerie 81
8.6. segnaletica e barriere di sicurezza 81
9. opere d'arte maggiori – viadotti e ponti 83
9.1. viadotto La Rusca 83
9.2. viadotto Grana 84
9.3. viadotto Sansobbia 87
10. opere d'arte maggiori – gallerie naturali 89
10.1. Premessa sulla caratterizzazione dell'ammasso 89
10.2. Sezioni Tipo in Scavo Tradizionale 90
10.2.1 Sezione di scavo B1 91
10.2.2 Sezione di scavo B3 93
10.2.3 Sezione tipo C1 95
10.3. Sezioni tipo C2, C3 e C4 di allargo 97
10.3.1 Sezione tipo C3 102
10.3.2 Sezione tipo C4 104
10.4. Scavo Meccanizzato con TBM 106
10.4.1 Note sul calcolo del concio 108
10.5. Sezioni tipo Piazzola 113
10.6. Galleria Grana 117
10.6.1 Imbocchi 117
10.6.2 scavo tradizionale 119
10.7. Galleria Basci 120
10.7.1 Imbocchi 120
10.7.2 Scavo 123
10.8. Galleria San Paolo 125
10.8.1 Imbocco Est 125
10.8.2 Imbocco Ovest 126
10.8.3 Scavo 127
10.9. Galleria Cappuccini 129
10.9.1 Imbocco Est 129
10.9.2 Imbocco Ovest 130

10.9.3 Scavo *131*
10.10. Analisi degli effetti tenso deformativi sulle strutture ed edifici esistenti 134
10.10.1 FASE 0 ..... *136*
10.10.2 PRIMA FASE - Approccio Empirico Analitico per la stima del danno *137*
10.10.3 SECONDA FASE - Stima del Danno *137*
10.10.4 TERZA FASE - Analisi Critica, Definizione delle Categorie di Rischio, Indirizzo alla gestione del monitoraggio e delle procedure di emergenza *138*
10.11. Nota Critica 138
10.12. Valutazioni Eseguite 140
10.13. Galleria Basci 145
10.14. Galleria San Paolo 146
10.15. Galleria Cappuccini 147
10.16. Sintesi valutazioni eseguite 148
10.17. Monitoraggio e Controllo 149
10.18. Distribuzione di VI calcolati sul profilo - Definizione delle soglie di attenzione e di allarme 152
10.19. Controllo di VI 152
10.20. Conclusioni 160
10.21. Raffronto con livelletta PD 165
11. opere d'arte minori e opere d'arte agli svincoli 167
11.1. Opere di sostegno 167
11.2. Svincolo Miramare 170
12. interventi di inserimento paesaggistico e ambientali 171
12.1. Inserimento Paesaggisitico 171
12.1.1 Svincolo Letimbro *172*
12.1.2 Svincolo Miramare *172*
12.1.3 Svincolo Sansobbia *172*
12.1.4 Imbocchi *173*
12.2. Monitoraggio Ambientale 173
12.3. Inquinamento Acustico 174
13. interferenze ed espropri 176
13.1. Interferenze 176
13.2. Espropri 179
14. impianti tecnologici 180
14.1. Sistema di alimentazione elettrica 180
14.2. Itinere 181
14.2.1 Pannelli a messaggio variabile *181*
14.2.2 Illuminazione svincolo Letimbro *181*
14.2.3 Illuminazione svincolo Sansobbia *181*
14.2.4 Vasche di accumulo acque di prima pioggia *182*
14.2.5 Stazioni di sollevamento *183*
14.3. Galleria Cappuccini 185
14.3.1 Impianto elettrico *185*
14.3.2 Impianto di ventilazione della galleria *185*
14.3.3 Impianto di ventilazione cunicolo di esodo *186*
14.3.4 Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo *187*
14.3.5 Impianto di ventilazione del cunicolo impianti *187*

14.3.6 *Impianto idrico antincendio* 188
14.3.7 *Impianto di illuminazione* 188
14.3.8 *Impianti di segnaletica luminosa* 189
14.3.9 *Impianti di automazione* 189
14.3.10 *Impianto di comunicazione e diffusione radio* 190
14.3.11 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio* 190
14.3.12 *Sistema di alimentazione di emergenza* 191
14.3.13 *Sistema di alimentazione di continuità* 191
14.4. Galleria "S.Paolo" 193
14.4.1 *Impianto elettrico* 193
14.4.2 *Impianto di ventilazione della galleria* 193
14.4.3 *Impianto di ventilazione del cunicolo di esodo* 194
14.4.4 *Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo* 195
14.4.5 *Impianto di ventilazione del cunicolo impianti* 196
14.4.6 *Impianto idrico antincendio* 196
14.4.7 *Impianto di illuminazione* 197
14.4.8 *Impianti di segnaletica luminosa* 197
14.4.9 *Impianti di automazione* 197
14.4.10 *Impianto di comunicazione e diffusione radio* 198
14.4.11 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio* 198
14.4.12 *Sistema di alimentazione di emergenza* 199
14.4.13 *Sistema di alimentazione di continuità* 200
14.5. Galleria "Basci" 200
14.5.1 *Impianto elettrico* 200
14.5.2 *Impianto di ventilazione della galleria* 201
14.5.3 *Impianto idrico antincendio* 202
14.5.4 *Impianto di illuminazione* 202
14.5.5 *Impianti di segnaletica luminosa* 202
14.5.6 *Impianti di automazione* 203
14.5.7 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio* 203
14.5.8 *Sistema di alimentazione di emergenza* 204
14.5.9 *Sistema di alimentazione di continuità* 204
14.6. Galleria "Grana" 205
14.6.1 *Impianti elettrici* 205
14.6.2 *Impianti di illuminazione* 205
14.6.3 *Impianti di automazione* 205
14.6.4 *Sistema di alimentazione di emergenza* 206
14.6.5 *Sistema di alimentazione di continuità* 207
15. fasi costruttive e cronoprogramma 208
16. piano di sicurezza e coordinamento 212
17. cave e discariche 218
18. Conclusioni 219
19. Allegati 221
19.1. Allegato1_alla Relazione Tecnica Descrittiva_Ottemperanza Prescrizioni CIPE 221
19.2. Allegato2_alla Rel azione Tecnica Descrittiva_Varizioni apportate al PDA 221
19.3. Allegato 3 alla Rel azione Tecnica Descrittiva Quadro Sinottico 221
19.4. Allegato 4 alla Rel azione Tecnica Descrittiva Quadro SiSchemi TBM 221

1.2. INDICE DELLE FIGURE E DELLE TAVOLE

FIG. 2-1 INQUADRAMENTO DEL TRACCIATO STRADALE VARIANTE AURELIA SS1 NEL TRATTO SAVONA-ALBISOLA SUPERIORE 11
FIG. 2-2 TRATTO PARIETALE, PK 2+740 CIRCA 14

FIG. 2-3 FOTO PANORAMICA CON RIFERIMENTO DEL PASSAGGIO PARIETALE PRESSO IL RIO TERMINE (CON INDICAZIONE APPROSSIMATA DELLA GALLERIA). 15
FIG. 2-4 EDIFICI SP01 ED SP02 IN PG. 17
FIG. 2-5 EDIFICI SP01 ED SP02 IN PG. 17
FIG. 2-6 VISTA MURO AD ARCO ED EX-AIAS, ED INDICAZIONE BORDO SCAVO (PD/PG). 18
FIG. 2-7 VILLA FRESIA E VILLA ANTICA DI VIA FILIPPO GENTILE CON SCENARI DI DANNO CON LIVELLETTA DA PD-PG. 18
FIG. 2-8 PROBLEMTICHE CONNESSE AL MONTAGGIO FRESA SCUDATA PRESSO CAPPUCCINI OVEST (DIAFRAMMI SENZA POSSIBILITÀ DI TIRANTI O PUNTONI E INTERFERENZA OPERE AUOTSTRADA). 20
FIG. 2-9 AREE ED ULTERIORI AREE NECESSARIE PER I VANI TECNICI E ACCESSI. 21
FIG. 2-10 UBICAZIONE DEL MURO POST-MEDIEVALE RINVENUTO. 23
FIG. 2-11 GALLERIA CAPPUCCINI. NUOVA LIVELLETTA E LIVELLETTA DI PG. RAFFRONTO. 26
FIG. 2-12 GALLERIA SAN PAOLO. RAFFRONTO LIVELLETTA PG PE. SI NOTI VIA SCOTTO, PASSAGGIO IN SOTTERRANEO RIO TERMINE. 27
FIG. 2-13 GALLERIA SAN PAOLO E GALLERIA BASCI. SI NOTIL'INNALZAMENTO PER OLTREPASSARE IN SICUREZZA LA GALLERIA M.TE PASASCO E CON PONTICELLO IL RIO BASCI SECONDO DISPOSIZIONI DELLA PROVINCIA. 28
FIG. 3-1 IL TRACCIATO PLANIMETRICO E LIVELLETTA DI PE. 35
FIG. 3-2 PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO DELLO SVINCOLO LETIMBRO. 36
FIG. 3-3 PLANIMETRIA DEL VIADOTTO LA RUSCA. 37
FIG. 3-4 PROSPETTO DEL VIADOTTO LA RUSCA. 38
FIG. 3-5 PLANIMETRIA TRA VIADOTTO LA RUSCA E IMBOCCO OVEST DELLA CAPPUCCINI. 38
FIG. 3-6 OPERA DI SOSTEGNO DEL TRATTO STRADALE IN MEZZA COSTA. 39
FIG. 3-7GALLERIA CAPPUCCINI - PLANIMETRIA 40
FIG. 3-8 GALLERIA CAPPUCCINI, PROFILO. 40
FIG. 3-9 PLANIMETRIA SVINCOLO MIRAMARE. 41
FIG. 3-10 GALLERIA SAN PAOLO 2052M - PLANIMETRIA 42
FIG. 3-11 GALLERIA SAN PAOLO - PROFILO, CON EVIDENZIATO IL LIVELLO MEDIO MARE. 43
FIG. 3-12 SEZIONE ALLA PK 2+750, PASSAGGIO PARIETALE PRESSI RIO TERMINE. 43
FIG. 3-13 PASSAGGIO PARIETALE GALLERIA SAN PAOLO, E SOLUZIONE PE. 44
FIG. 3-14 SISTEMAZIONE DEFINITIVA RIO BASCI CON VIABILITÀ SECONDARIA DI ACCESSO, AD USO ANCHE LOCALE. 45
FIG. 3-15 PLANIMETRIA E PROFILO GALLERIA BASCI. 46
FIG. 3-16 VIADOTTO GRANA - PLANIMETRIA. 47
FIG. 3-17 VIADOTTO GRANA. PROSPETTO. 47
FIG. 3-18 GALLERIA GRANA - PLANIMETRIA 48
FIG. 3-19 PROSPETTO VIADOTTO SANSOBBIA. 49
FIG. 3-20 PLANIMETRIA DELLO SINCOLO SANSOBBIA. 49
FIG. 4-1 INIDIVIDUAZIONE PLANIMETRICA EDIFICI INDAGATI 53
FIG. 4-2 INTERFERENZA DEL MURO POST-MEDIEVALE UT7 R4. 57
FIG. 6-1 RAFFRONTO DEGLI RQD MEDI RILEVATI IN PD ED IN PE (ROSSO). IN PE RISULTA EVIDENTE L'AMMASSO ALTERATO (0-10M) DALL'AMMASSO COMPETENTE CON RQD MEDI ANCHE SUPERIORI A 40. 61
FIG. 6-2 ANALISI DELLE VP RILEVATE DALLE INDAGINI SISMICHE DI PD E PE NEI PRIMI 10-15 METRI (INDICATIVE DELL'AMMASSO ALTERATO). SI NOTA IN PE, SULLE LINEAZIONI INDAGATE, VP, AMMASSO PIÙ SCADENTE NELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ (E, SI DERIVA, ANCHE DI RESISTENZA). 62
FIG. 8-1 SEZIONE TIPO IN RILEVATO. 76
FIG. 8-2 SEZIONE TIPO IN TRINCEA. 77
FIG. 8-3 SEZIONE TIPO A MEZZA COSTA. 77
FIG. 8-4 SEZIONE TIPO IN GALLERIA - RETTILINEO. 78
FIG. 8-5 SEZIONE TIPO IN GALLERIA - PENDENZE AL 7%. 79
FIG. 10-1 LE GALLERIE DI PROGETTO. 89
FIG. 10-2 SEZIONE DI SCAVO IN TRADIZIONALE TIPO B1. 91
FIG. 10-3 SEZIONE DI SCAVO TIPO B3. 93
FIG. 10-4 SCAVO CON SEZIONE TIPO C1. 95
FIG. 10-5 UNA FASE ESECUTIVA DELLO SCAVO SEZIONE TIPO C2. 97
FIG. 10-6 SEZIONE TIPO C2. CARPENTERIE FINALI E SELLA PER PASSAGGIO TBM. 101
FIG. 10-7 SEZIONE TIPO C3 102
FIG. 10-8 SEZIONE TIPO C4. 104
FIG. 10-9 MODELLAZINE DELLO SCAVO CON FRESA SCUDATA. 107
FIG. 10-10 SCHEMA DELL'ANELLO UNIVERSALE. 109
FIG. 10-11 SVILUPPO PLANIMETRICO 109
FIG. 10-12 DETTAGLIO DEL SISTEMA DI CONCI. ASSE CALOTTA AL CENTRO. 110
FIG. 10-13 ARMATURE DEL CONCIO 110
FIG. 10-14 DETTAGLIO DEL CONNETTORE PLASTICO FRA I CONCI. 111
FIG. 10-15 PARTICOLARE DELLA TASCA. 111
FIG. 10-16 PARTICOLARE FACCIA LATERALE CONNESSIONE CON BULLONE. 112
FIG. 10-17 DIFFERENTI CONDIZIONI CHE SI POSSONO RISCONTRARE NEI RAPPORTI TRA FRATTURAZIONE E DIMENSIONE DELL'OPERA. 113
FIG. 10-17 FASI ESECUTIVE PIAZZOLA. CONSOLIDAMENTI DELL'ANELLO TBM E AMMASSO, DEMOLIZIONE. 114
FIG. 10-18 CARPENTERIE PIAZZOLA. 114
FIG. 10-19 PROFILO GEOMECCANICO DELLA GRANA. 119
FIG. 10-20 IMBOCCO EST CON SPAZI PER CARRO-PONTE E MONTAGGIO TBM. 121
FIG. 10-21 IMBOCCO EST, PARTICOLARE DELLA DIMA E CONCIO D'ATTACCO 122
FIG. 10-22 PARTICOLARE PLANIMETRICO IMBOCCO OVEST CON EVIDENZA DELLA GALLERIA M.TE PASASCO. 123
FIG. 10-23 PROFILO GEOMECCANICO GALLERIA BASCI. 124
FIG. 10-24 PROFILO GEOMECCANICO 1/3 127
FIG. 10-25 PROFILO GEOMECCANICO 2/3 128

FIG. 10-26 PROFILO GEOMECCANICO 3/3 128
FIG. 10-27 PROFILO GEOMECCANICO 1/2 131
FIG. 10-28 PROFILO GEOMECCANICO 2/2 132
FIG. 10-29 PLANIMETRIA DI IMBOCCO CAPPUCCINI EST. IN EVIDENZA IL TRATTO A CAMERONE, IL MURO AD ARCO, L'EDIFICIO EX.AIAS. 133
FIG. 11-1 QUADRO RIASSUNTIVO OPERE D'ARTE 168
FIG. 11-2 SEZIONE TIPLOGICA MURI A CONTRAFFORTI CO-OS-SX1 TRATTO A E CO-OS-SX1 TRATTO B 168
FIG. 11-3 SEZIONE TIPLOGICA MURI A CONTRAFFORTI CO-OS-SX1 TRATTO A E CO-OS-SX1 TRATTO B 169

TAB. 2-1 SCENARI.CATEGORIA DI RISCHIO DEL DANNO. 16
TAB. 2-2 ELOQUENTE RAFFRONTO FRA GLI SCAVI CON TBM E SENZA. LA SOLUZIONE ADOTTATA È QUELLA A SINISTRA. 33
TAB. 2-3 INTERFERENZA CON LE FONDAZIONI A POZZO DEI MURI DI SOSTEGNO DEL RILEVATO AUTOSTRADALE (COLORE CIANO) 33
FIG. 2-4 LAYOUT DEFINITIVO PER RISOLVERE L'INTERFERENZA CON LE OPERE AUTOSTRADALI E CONSENTIRE LO SMONTAGGIO DELLA TBM. 34
FIG. 10-1 PARTICOLARE DEL POZZO PER LO SMONTAGGIO DELLA TBM, NELLA CONDIZIONE FINALE VIENE CONFIGURATO COME USCITA DELLA VIA D'ESODO. 134
TAB. 6-5 ANAGRAFICA DELL'EDIFICIO. 141
TAB. 6-6 ELABORAZIONI. 142
TAB. 6-7 SINTESI. 143
TAB. 6-8 QUADRO RIASSUNTIVO DELLA STIMA DEL DANNO PER EDIFICI. 148
TAB. 6-9 EDIFICI CON DANNO>=0 PER VL=1% K=[0.4,0.5]. 148
TAB. 9-1 GALLERIA CAPPUCCINI. 154
TAB. 9-2 GALLERIA SAN PAOLO 159
TAB. 9-3 GALLERIA BASCI. 160
TAB. 9-7 - RIEPILOGO EDIFICI E RELATIVI CLASSI DI DANNO. 161
TAB. 10-2 LIVELLETTA DI PD, DISTRIBUZIONE DEL DANNO 166
TAB. 10-3 LIVELLETTA DI PE, DISTRIBUZIONE DEL DANNO 166
TAB. 15-1: DISTINZIONE INTERFERENZE PER SINGOLO ENTE ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
TAB. 15-2: DISTINZIONE INTERFERENZE PER AREA DI INTERVENTO ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

2. PREMESSE

L'ATI di Imprese, CMC ed ITINERA, coadiuvata dal gruppo di progettazione, ATI SGAI, D'APPOLONIA ed ELETEC2000, si sono aggiudicate la gara ANAS GE34/08:*"SS1 Nuova Aurelia – Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona – interconnessione tra i caselli della A10 di Savona e Albisola e i porti di Savona e Vado: variante alla SS1 Aurelia nel tratto tra Savona Torrente Letimbro ed Albisola Superiore"*, con il massimo merito tecnico.

L'ATI di progettazione SGAI, D'APPOLONIA ed ELETEC2000 con il supporto tecnico e l'esperienza dell'ATI d'imprese CMC di Ravenna ed ITINERA, ha affrontato la progettazione esecutiva dei lavori in oggetto con il medesimo approccio progettuale di gara volto a rendere esecutive le idee e filosofie progettuali ivi presentate anche con rivisitazioni e ridefinizioni resesi necessarie a seguito dell'elaborazione dell'ampio apporto di conoscenze raccolte con la fase propedeutica e successive calcolazioni.

Le nuove ridefinizioni sono nate per il superamento di difficoltà oggettive o vincoli, evidenziatisi in questa fase di progettazione sia con le nuove indagini conoscitive, (rilievi, indagini, censimenti, indagini storico documentali ecc.) sia con nuove soluzioni progettuali volte alla riduzione dei costi di manutenzione, ottimizzazione delle prestazioni dei materiali, e, non ultimo ad addivenire al meglio alle richieste del CIPE e degli enti locali, nella risoluzione delle relative interferenze, quali la riduzione degli effetti tensodeformativi, il miglioramento degli impatti ambientali, con particolare riguardo ad aree ancora non compromesse come il rio Termine, vincoli con falde ad uso potabile/acquedottistico.

2.1. IL TRACCIATO NEL CONTESTO DELLA "VARIANTE ALLA SS1 AURELIA"

Il tratto stradale denominato **Variante alla SS1 Aurelia** nel tratto Savona – Albisola Superiore si inserisce in un ampio contesto prodotto dalla necessità di dover adeguare l'intero Sistema dei Trasporti della Liguria. La Variante si configura, nel suo insieme, come un asse tangenziale alla Città di Savona, sviluppandosi secondo un ideale confine cittadino complessivamente per circa 5,1 Km e viene ad assolvere le funzioni di raccolta e/o distribuzione dei traffici provenienti/diretti dalle aree a più intensa urbanizzazione, decongestionando la viabilità costiera dai flussi di attraversamento e restituendo gran parte della rete viaria cittadina al traffico locale.

Il tracciato ha origine a Savona con uno svincolo lungo Corso Ricci in prossimità del torrente Letimbro a nord dell'autostrada (Svincolo Letimbro), e termina in corrispondenza dell'intersezione a raso con via Saettone, costituita da una rotatoria, nel territorio di Albissola Superiore (Svincolo Sansobbia). Lo sviluppo del tracciato prevede dapprima l'attraversamento del torrente Letimbro, successivamente piega verso la costa sottopassando in galleria l'autostrada, per riemergere in corrispondenza allo svincolo Miramare di collegamento al Lungomare Matteotti.

La tratta seguente è caratterizzata da due gallerie, la prima sostanzialmente parallela al lungomare Matteotti, fino a riemergere in un tratto di incisione valliva, per poi piegare verso l'entroterra. Nello sviluppo in sotterraneo si sottopassa nuovamente l'autostrada, volgendo in direzione del torrente Sansobbia a Nord di Albissola Superiore. Prima di raggiungere il torrente, il tracciato presenta una tratta in viadotto. Infine, in corrispondenza del torrente Sansobbia, il tracciato presenta una rotatoria di connessione alla viabilità sub urbana ed urbana, su ciascun argine, connesse tra loro attraverso un ponte recante una sezione a 4 corsie.

Sulla base della criticità e della sicurezza del traffico in area urbana e del susseguirsi di tratti in sotterraneo, già in fase di gara, si è proposta la sezione tipo C1 avente piattaforma di larghezza 10,50 m.

Nelle ipotesi iniziali di progetto lo svincolo Miramare e Margonara risultavano complementari, il primo garantiva l'accesso alla statale in direzione Ovest (Letimbro), e l'uscita nella viabilità secondaria da chi provenisse da Ovest, il secondo consentiva accesso ed uscita da Est.

L'eliminazione da parte del CIPE dello svincolo Margonara per questioni ambientali ha dimezzato lo svincolo "Margonara-Miramare".



Fig. 2-1 Inquadramento del tracciato stradale variante Aurelia SS1 nel tratto Savona-Albisola Superiore.

Il tracciato dell'asta principale si sviluppa per la maggior parte in galleria, con una previsione di quattro tratti principali:

Galleria naturale Cappuccini

Galleria naturale S. Paolo

Galleria naturale Basci

Galleria naturale Grana

Tra le altre opere d'arte vi sono tre viadotti e un ponte, elencati di seguito in ordine progressivo (tratto da PG):

Opere allo Svincolo Letimbro

Viadotto "La Rusca"

Viadotto di Via Turati (da PD e PG), Opere allo Svincolo Miramare

Ponte "Rio Termine" (da PD e PG)

Viadotto "Grana"

Viadotto "Sansobbia"

Nel PD/PG i viadotti sono di nuova realizzazione ad esclusione del viadotto Sansobbia ove era previsto un intervento di ampliamento per l'adeguamento alla nuova viabilità.

2.2. *DATI DI BASE PER LA FASE DI PROGETTAZIONE*

Le varianti proposte in fase di gara e la filosofia d'approccio vengono qui riassunte:

- sezione tipo C1 anche in sotterraneo;

- miglioramenti in materia di **sicurezza**, stradale e di prevenzione degli incendi e di emergenza, con particolare riguardo alle **linee guida ANAS 2006**;

- verifiche strutturali in linea con il **Testo Unico sulle Costruzioni 2008** (NTC-08).

L'esecuzione degli scavi in sotterraneo è stata prevista mediante **SCAVO MECCANIZZATO CON FRESA INTEGRALE:** fresa scudata del diametro di 13.50/13.70m, per le gallerie "Cappuccini", "San Paolo" e "Basci".

2.3. *APPROCCIO PROGETTUALE*

L'approccio progettuale è consistito in più fasi:

- **FASE 0**: *Acquisizione dati*
  . acquisizione dati (bibliografici, delle fasi di progettazione precedenti);
  .definizione, esecuzione ed elaborazione delle campagne propedeutiche alla seguente fase di progettazione, quali.
    - rilievi celerimetrici di dettaglio;
    - verifica delle interferenze con gli Enti interessati;
    - indagini geognostiche in situ e di laboratorio commisurate al grado di progettazione, per meglio indagare condizioni locali;

  . censimento degli edifici interferiti/di possibile interferenza dagli scavi (in sotterraneo e a cielo aperto) sulla base dei punti di cui sopra;

- **PRIMA FASE**: *Rielaborazione e rivisitazione con evidenza di eventuali nuove criticità*

- elaborazione dei dati acquisiti e delle risultanze dalle diverse campagne poste in atto e degli eventuali nuovi vincoli/interferenze registrati dai vari Enti contattati;
- riverifica delle soluzioni di precedenti sulla nuova base dati, tra cui, l'analisi degli effetti tenso deformativi delle strutture posto lo scavo in zona urbana:
    a. approccio empirico analitico per la definizione degli edifici e delle situazioni che necessitano di ulteriore approfondimento, inquadramento della categoria di rischio;
    b. Acquisizione dati storico documentali degli edifici;

- **SECONDA FASE**: *Analisi critica delle nuove criticità, verifiche ed indirizzo alla soluzione*
    - si sono condotte le opportune verifiche sulle criticità evidenziate, quali nuove interferenze, nuove strutture rilevate ecc.
    - In particolare per il gli scavi in contesto urbano si sono effettuate analisi, sulla base dei nuovi dati acquisiti ed elaborazioni e/o interferenze di condizioni divenute critiche (sulla base del tracciato PD/PG), indirizzando alla soluzione di tali problematiche;
    - si è giunti così alla definizione di un possibile tracciato che ovviasse o mitigasse le problematiche rinvenute, studiando, inoltre, preliminarmente le opere variate per verificarne la fattibilità e l'effettivo miglioramento;
- **TERZA FASE: *Definizione del tracciato 'finale' e sviluppo progettuale esecutivo***
    - Dalle soluzioni di indirizzo della seconda fase si è così sviluppato il tracciato nella sua veste definitiva, su questo si sono sviluppati i dimensionamenti esecutivi;
    - Relativamente agli effetti tenso deformativi sulle strutture in superficie si sono definiti gli interventi ed effettuate le analisi su modello sulla base del tracciato di PE e delle indagini storico documentali per **la classificazione della categoria rischio e di danno attesa** sulle condizioni più critiche, con indirizzo al monitoraggio.

Questo approccio alla progettazione ha portato ad una ridefinizione del tracciato, senza stravolgerlo nelle sue prerogative, aree di esproprio ecc. ma portando alla soluzione di problemi praticamente di difficile soluzione, (se non con oneri non compatibili), e miglioramenti che di seguito verranno esposti.

Per una lettura del progetto è ora necessario evidenziare per punti sintetici le fasi sopra esposte evidenziandone le criticità riscontrate.

2.4. ACQUISIZIONE DEI DATI E NUOVE CRITICITÀ

Le attività propedeutiche alla progettazione poste in essere sono state:

a. rilievi topografici celerimetrici e sezioni trasversali ogni 5m;

b. rilievo delle interferenze

c. indagini geognostiche in situ ed in laboratorio di dettaglio

d. indagini storico documentali sugli edifici evidenziati in PD

e. acquisizione dagli Enti delle interferenze e confronto;

f. censimento e schedatura di tutti gli edifici di possibile interferenza con gli scavi;

Si sono basate sui dati di base del PD.

Rimandando per un approfondimento ai capitoli successivi ed alle relative relazioni specialistiche, le criticità rilevate in questa fase sono risultate:

2.4.1 *Passaggio parietale S.Paolo*

Il rilievo celerimetrico e l'esecuzione di sezioni lungo il tracciato ogni 5m dopo aver definito un modello DTM 3D del terreno ha mostrato l'esistenza di un passaggio in sotterraneo parietale in area urbana con spessore inferiore a 5m per 50m.

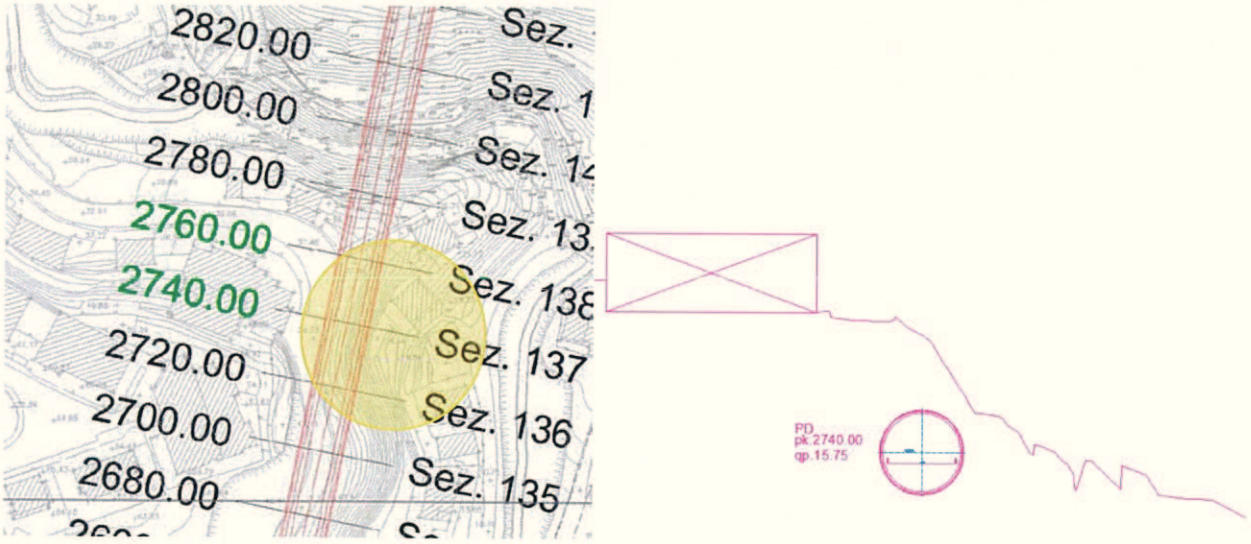


Fig. 2-2 Tratto parietale, pk 2+740 circa.

L'area inserita fra abitazioni a più piani e in aree di difficile accessibilità (rio Termine) non consente interventi per esecuzione di artificiali o 'protesi' di protezione.



Fig. 2-3 Foto panoramica con riferimento del passaggio parietale presso il Rio Termine (con indicazione approssimata della galleria).

2.4.2 *Ulteriori edifici/strutture in area urbana soggetti a rischio di danno e interferenze*

Il censimento degli edifici si sono rilevate 69 strutture poste di possibile interferenza con gli scavi. Di queste le analisi empiriche hanno evidenziato, in prima emissione, 33 edifici con rischio di danno, a seguito delle indicazioni di istruttoria gli edifici sono risultati circa 23.

Ciò a fronte dei 6 edifici riportati in PD di cui 3 da espropriare e due da demolire.

Le analisi svolte sulle soluzioni di PD/PG, con le parametrizzazioni locali derivate dall'elaborazione delle indagini geognostiche hanno evidenziato stime di categorie di danno superiori a quanto previsto e prevedibile per i tre edifici indagati, nonché possibili **condizioni critiche di danno per le 30 nuove strutture rilevate.**

Relativamente all'esito delle indagini e della caratterizzazione meccanica e deformativa dei terreni e ammassi si rimanda ai capitoli successivi e alle relative relazioni specialistiche.

Almeno 4 delle nuove strutture rilevate, per il particolare pregio o per la particolare destinazione d'uso, risultano essere delle criticità:

- villa Fresia;
- Scuole in via Turati;
- villa Antica di via Filippo Gentile;
- Edifici in via Turati;

Nonché gli edifici in zona rio Termine già evidenziati nel punto precedente.

Categoria di Danno	n.edifici
2	22
3	10
4	1
TOTALE	**33**

Tab. 2-1 Scenari.Categoria di rischio del danno con primo approccio.

Di seguito si riportano alcune interferenze con edifici degne di essere qui evidenziate.

2.4.2.1 Nuove edifici interferenti, direttamente o indirettamente

Imbocco San Paolo Ovest.

Interferenza diretta con SP01 e di effetti tensodeformativi sull'edificio multipiano, SP02, nelle immediate vicinanze:

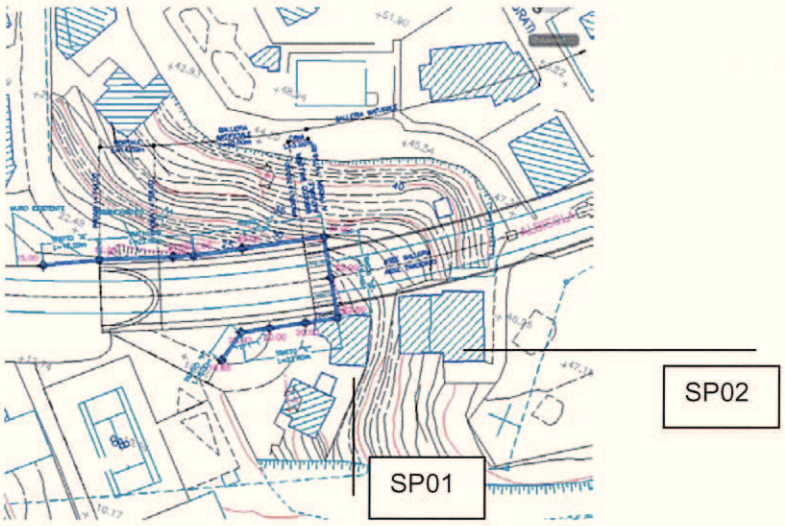


Fig. 2-4 Edifici SP01 ed SP02 in PG.

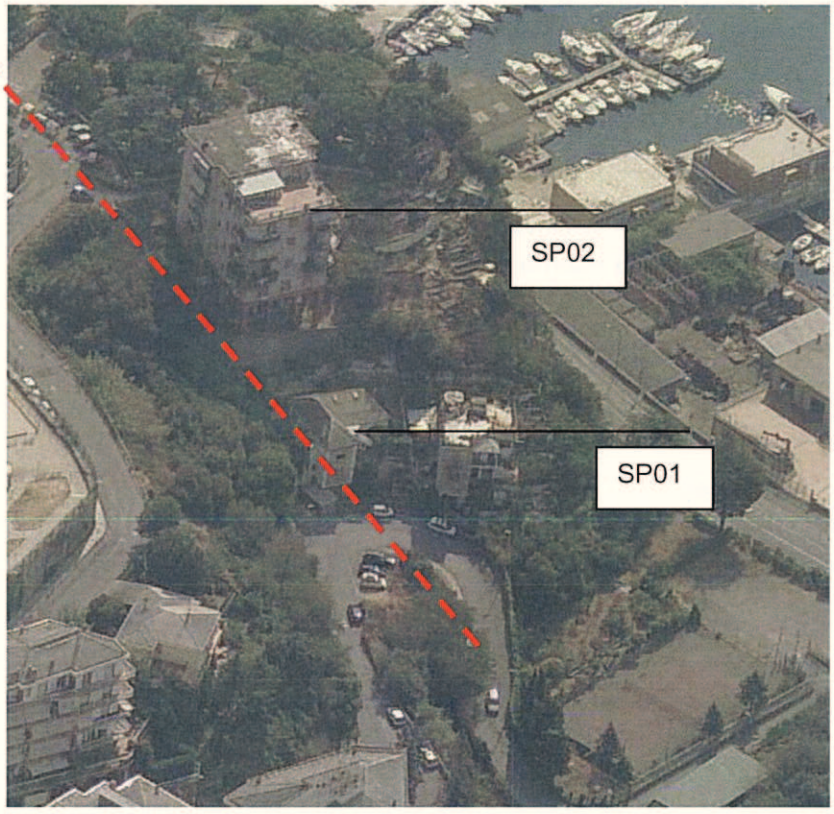


Fig. 2-5 Edifici SP01 ed SP02 in PG.

Muro ad Arco c/o Cappuccini Est



Fig. 2-6 Vista Muro ad Arco ed ex-Aias, ed indicazione bordo scavo (PD/PG).

Villa Fresia e Villa antica di via Filippo Gentile

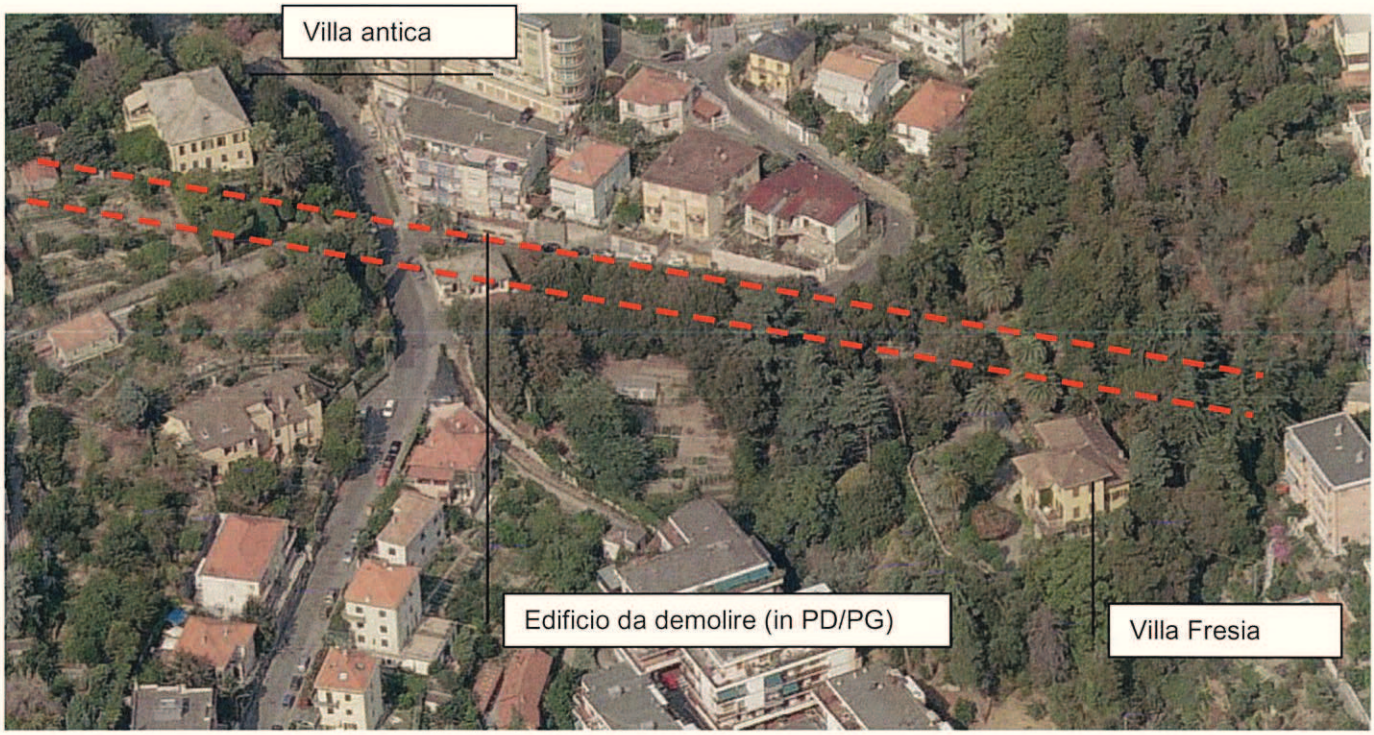


Fig. 2-7 Villa Fresia e villa antica di via Filippo Gentile con scenari di danno con livelletta da PD-PG.

2.4.3 *Approfondimenti sulle conoscenze geologiche/geomeccaniche dei terreni e ammassi*

In seguito alle indagini geognostiche in situ, effettuate per connotare situazioni locali e le condizioni di ammasso, si sono migliorate le conoscenza dell'ammasso. In particolare si è meglio definito l'ammasso alterato dall'ammasso competente e le condizioni di ammasso cataclastico in profondità.

Le indagini e la rielaborazione dei dati hanno mostrato un ammasso alterato con caratteristiche peggiori rispetto a quanto precedentemente evidenziato ed evidenziabile, questo a livello locale, con particolare riguardo ai passaggi critici indagati in bassa copertura di Via Scotto, Via Mignone e rio Termine.

Lo studio geologico ed idrogeologico, con le indagini protratte a maggiore profondità, hanno evidenziato un ammasso competente in profondità con praticamente assenza di falda se non in tratti locali, localizzabili da faglie a carattere regionale.

Resta, indipendentemente dalla profondità dell'opera, l'incognita geologico – geotecnica relativa alla potenziale presenza di fronti fortemente eterogenei, generati dalla stessa natura e storia geologica (intrusioni, fasi poli-metamorfiche, milonitizzazione, pieghe, e faglie fragili) dei terreni da attraversare. Tale indeterminatezza di dettaglio è stata gestita attraverso un'attenta scelta dei profili di scavo e sostegno che si intende applicare.

L'esito delle indagini ha quindi mostrato:

- la praticamente assenza di falda in profondità ed in ammasso competente (permeabilità secondarie d'ammasso mediamente inferiori a 10^{-5}m/s) o comunque dei suoi effetti nel breve termine a meno di casi puntuali e locali, questo anche avvalorato dallo scavo del microtunnel in zona Miramare (da -40m slm senza particolari problemi di ingressione d'acqua durante gli scavi);
- condizioni strutturali d'ammasso migliorativi in profondità (l'esecuzione della campagna geognostica con la diretta e continuativa direzione SGAI ha consentito di ridurre gli effetti di disturbo del carotaggio e campionamento, giungendo a RQD più prossimi a quelli d'ammasso);
- stati di fratturazioni e alterazione d'ammasso locali (in corrispondenza di faglie ed altro), di estensione via via inferiore con la profondità;
- stato dell'ammasso alterato localmente peggiorativo rispetto a quanto previsto e prevedibile, con particolare riguardo ai passaggi critici già noti di via Scotto e via Mignone, rio Termine e talune condizioni agli imbocchi.
- possibilità di incontrare in modo non prevedibile alla scava della galleria fronti con caratteristiche fortemente eterogenee, in grado di generare potenziali carichi gravitativi sullo scudo della TBM e sui conci

2.4.4 *Imbocco Cappuccini Ovest - nuove conoscenze stratigrafiche e interferenze*

Presso l'imbocco Ovest della Cappuccini dove, era previsto il montaggio fresa, si sono riscontrate interferenze dirette con le opere di scavo (diaframmi) con fondazioni a pozzo di muri a contrafforte di sostegno rilevato autostradale.

L'approfondimento geognostico e geometrico dell'imbocco Cappuccini Ovest ha evidenziato:

- interferenza delle strutture di sostegno del rilevato autostradale in affianco all'imbocco con le opere di sostegno degli scavi. Tali opere, previste in diaframmi, intersecano le fondazioni a pozzo per permettere il montaggio della fresa (carro-ponte).

- impossibilità di eseguire puntoni per il contenimento delle deformazioni indotte, (a fronte della già impossibilità di eseguire tiranti intersecanti le opere autostradali), dovendo garantire il passaggio del carro-ponte;

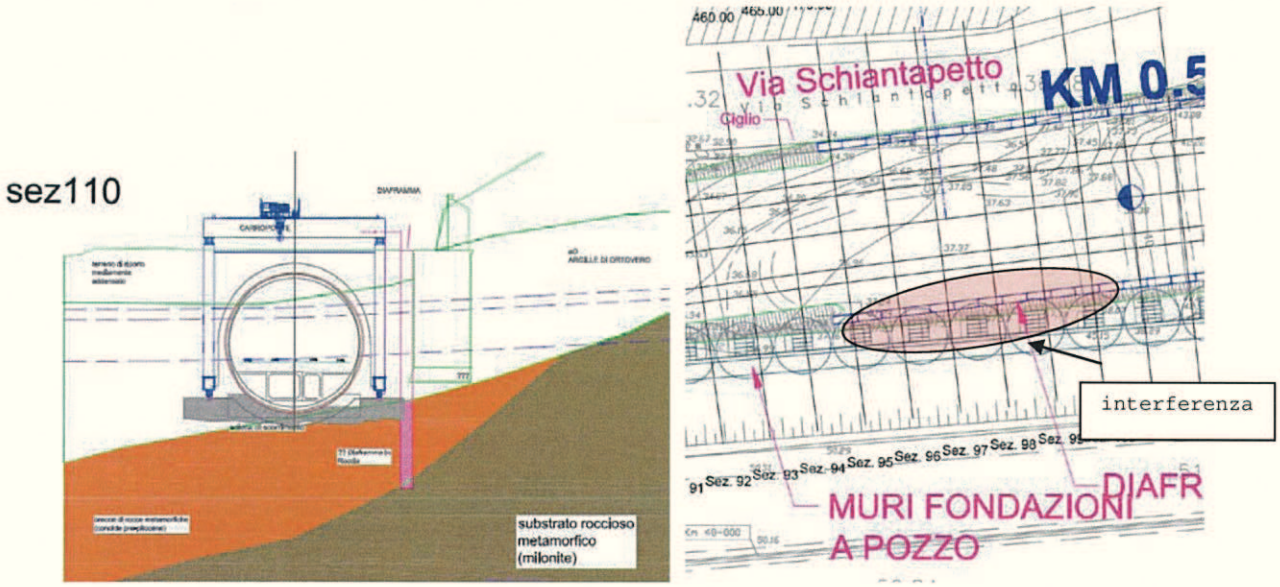


Fig. 2-8 Problemtiche connesse al montaggio fresa scudata presso Cappuccini Ovest (diaframmi senza possibilità di tiranti o puntoni e interferenza opere auotstrada).

2.4.5 *Interventi zona rio Termine*

Presso il rio Termine già il CIPE aveva stralciato lo svincolo Margonara evitando ulteriori interventi al di là dei portali di imbocco delle gallerie S.Paolo e Basci ed un ponte di attraversamento, posto che le aree risultano "ancora non compromesse" da un punto di vista ambientale.

Nello sviluppo progettuale si è evidenziato che:

- agli imbocchi S.Paolo e Basci andavano previste aree aggiuntive per vani tecnologici (cabine elettriche, antincendio ecc.)

- la viabilità secondaria veniva interferita bloccando l'accesso da via Filippo Gentile/via Genova al borgo rio Termine, con unica possibilità di dare accesso dalla via Auerlia, con opere ulteriori (tra cui un attraversamento del rio Termine).
- i vani tecnologici, oltre ad aumentare gli scavi, necessitano di accessi secondari per manutenzione che possono avvenire solo da via Gentile, rifacendo la strada attuale con accesso sia in dx sia in sx del rio.



Fig. 2-9 Aree ed ulteriori aree necessarie per i vani tecnici e accessi.

Gli interventi necessari, fortemente impattanti rispetto a quanto previsto, risultano in contrasto con le indicazioni del CIPE.

2.4.6 *viadotto La Rusca - interferenza di una pila con opera di captazione dell'Acquedotto di Savona*

Durante lo sviluppo progettuale di gara si è provveduto a verificare l'interferenza verificando che l'ubicazione del plinto di fondazione e relativa palificata non rientrasse nell'area di tutela assoluta in linea con la 152/06.

L'ente, con nota del 12/04/2010 n.5664/GEOP dell'Acquedotto di Savona, ha richiesto l'eliminazione della pila n.2.

Con nota n.8253 del 26/05/2010, il medesimo ente, Acquedotto di Savona, ha condiviso la soluzione presentata e qui portata alla definizione di progetto esecutivo.

2.4.7 *Galleria Ferroviaria Monte Pasasco*

RFI di Genova ha dato pieno accesso a quanto disponibile relativamente alla galleria Monte Pasasco per meglio risolvere l'interferenza.

Si è così riusciti a ricostruire la sezione tipo corrente e, dai disegni di contabilità, la sequenza degli interventi succedutisi. In particolare si sono riscontrati interventi successivi in più tratti di ripristino della chiave d'arco, l'esecuzione dell'arco rovescio ed il rifacimento di un tratto collassato durante i primi lavori di scavo.

Ciò, al di là delle connotazioni geologiche geotecniche, già trattate nel capitolo precedente, spinge, come lo stesso CIPE ha evidenziato, ad attenuare, per quanto possibile l'interferenza.

2.4.8 *Interventi sul rio Basci*

In seguito agli incontri con la Provincia di Savona, la regimazione del Rio Basci è stata criticata in quanto non in linea con le indicazioni del servizio di difesa del suolo della Provincia di Savona, che non prevede ritombamenti come da soluzione PD/PG. Altresì vengono previsti attraversamenti mediante ponticelli.

2.4.9 *Muro post-medievale presso via Schiantapetto*

Nelle integrazioni di indagine archeologiche sono stati indagati alcuni punti ritenuti di possibile interesse.

Tra questi è emerso un muro post-medievale presso via Schiantapetto, interferente con il tracciato di progetto, alla progressive 280-300 circa, (UT7 di R4).

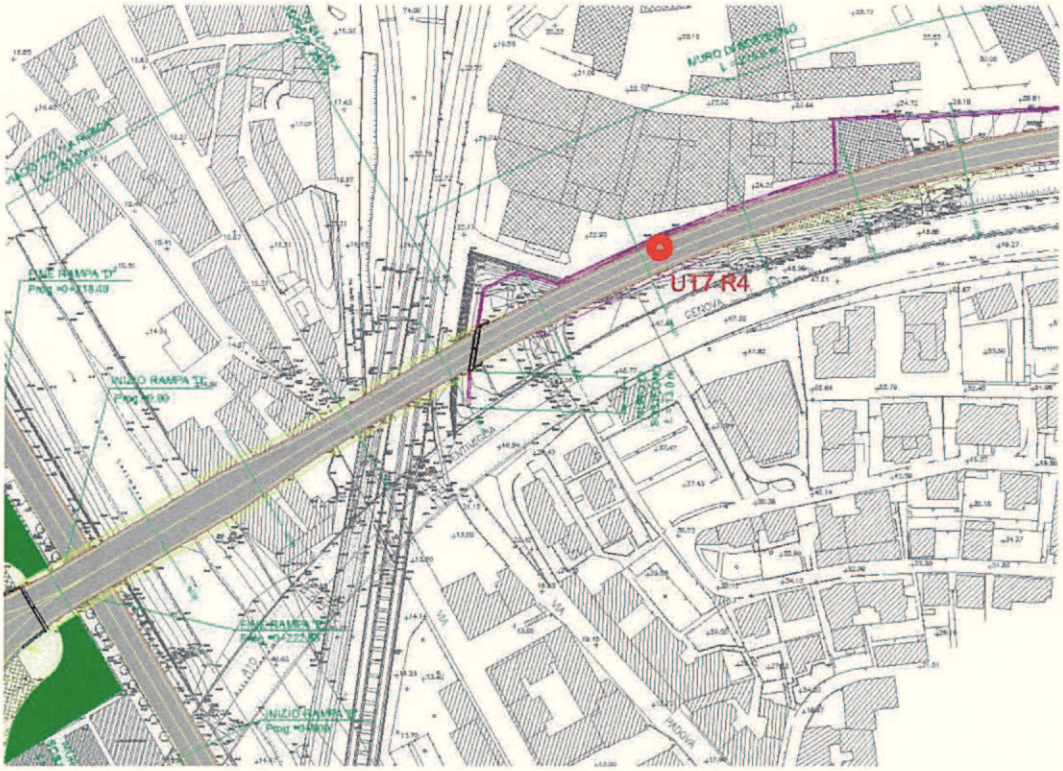


Fig. 2-10 Ubicazione del muro post-medievale rinvenuto.

2.4.10 *Discariche*

Nonostante nell'arco dell'intero sviluppo progettuale, contattati gli enti, non si è trovato riscontro all'apporto del materiale non riutilizzato o non riutilizzabile, alla disponibilità dell'autorità Portuale di Savona, con nota ricevuta a settembre vengono confermate le discariche di PD e PG.

Le problematiche nate durante lo sviluppo progettuale, sono, ora, da ritenersi risolte.

2.4.11 *Emissioni sonore e rumore*

Le prime analisi preliminari sulle emissioni sonore e rumore, con particolare riguardo alla zona svincolo Letimbro e Miramare hanno evidenziato un livello di rumore molto elevato per le abitazioni civili limitrofe.

2.4.12 *Recepimento pendenze trasversali*

ANAS, per aumentare il grado di sicurezza del tracciato stradale, di cui ampia parte in galleria, ha richiesto di aggiornare le pendenze trasversali non alla velocità imposta ma alla velocità dinamica di progetto. Ciò ha portato a configurare le sezioni tipo con pendenze massime sino al 7%.

2.4.13 *Nuove criticità non evidenziate nella fase di progettazione precedente*

Di questi, le criticità non evidenziate nella fase di progettazione precedente sono:

- interferenza con muro ad arco c/o imbocco Est della Cappuccini;

- interferenza diretta con muri di sostegno autostrada fondati su pozzo c/o via Schiantapetto;

- interferenza con edificio in via Mignone fondato in profondità rispetto a quanto previsto;

- rischio di danno su 30 edifici non censiti in precedenza di cui 4 di particolare pregio o interesse;

- criticità per passaggio parietale (<3m), alla pK 2+740

- interferenza con edifici alla San Paolo Est (effetti tenso deformativi e opere di sostegno);

- criticità ambientale al rio Termine ulteriormente amplificata per risolvere la viabilità secondaria del borgo rio Termine e per le maggiori aree e scavi necessari anche per ospitare vani tecnologici;

- criticità sul Basci per la regimazione idraulica (ritombamento), non recepita dalla Provincia;

- interferenza con galleria ferroviaria M.te Pasasco (dati di scavo galleria con problemi di stillicidi e stabilità);

- interferenza con muro medievale presso via schiantapetto (pk 280 circa).

- interferenza con bunker presso svincolo Letimbro.

La fase di progettazione, "esecutiva", è stata affrontata in modo responsabilmente propositivo alla luce delle criticità di cui sopra, elaborando e migliorando le soluzioni progettuali affinchè potessero ulteriormente rispondere alle prescrizioni del CIPE ed alle aspettative del Committente.

2.5. *INDIRIZZI ALLA SOLUZIONE FINALE DI TRACCIATO E RAFFRONTO CON IL TRACCIATO DI GARA*

Le problematiche emerse nella fase precedente unite alle criticità già note sul tracciato, le valutazioni fatte preliminarmente sulle nuove realtà riscontrate, unite alle nuove conoscenze geologico geomeccaniche anche in maggiori profondità, hanno portato alla soluzione finale di tracciato.

A causa:

- delle interferenze e delle nuove criticità riscontrate, meglio riportate in seguito e nelle relazioni specialistiche, in particolare la relazione PE12-GN-000-330-RE_01 sulle subsidenze;
- - dalle condizioni geotecniche rinvenute localmente presso i tratti a bassa copertura (peggiorative connotazione dell'ammasso alterato rispetto a quanto noto in precedenza), in particolare:
  - per l'ammasso alterato presso in via Mignone
  - per l'ammasso alterato presso in via Scotto
  - per l'ammasso alterato presso presso via Turati
  - per l'ammasso alterato presso presso rio Termine

- per l'ammasso alterato in corrispondenza della galleria M.te Pasasco

- delle problematiche ambientali sul rio Termine, ove non erano definite le aree per vani tecnici e l'accesso per la manutenzione di questi;
- degli ulteriori 27 edifici censiti e definiti a rischio di danno, di cui almeno 3 di pregio o di interesse particolare per la destinazione d'uso;
- della non compatibilità dell'intervento di regimazione idraulica sul rio Basci mediante ritombamento

e constatato dall'esito delle indagini, dalle successive analisi, elaborazioni e dimensionamenti preliminari, che :

- si riscontra la praticamente assenza di falda in profondità maggiori, se non per condizioni locali e localizzate in presenza di faglie, faglie regionali con alta persistenza;

- in presenza di fronti litologicamente eterogenei, la cui distribuzione è comunque indipendente dalla profondità, gli effetti negativi ad essi correlati sono molto più gestibili e confinabili in profondità rispetto a posizioni più corticali;

- in caso di medesimo tracciato planimetrico ma con livelletta abbassata nei tratti di interferenza si ha un riduzione degli edifici censiti a rischio di danno da 33 a meno della metà.

- lo scenario di non demolire ed espropriare edifici come previsto in PD/PG;

- la riduzione del rumore presso lo svincolo Miramare con una livelletta più bassa;.

Si è **definita una variante di tracciato altimetrico**, sempre nella filosofia del progetto di gara, ma ora con la possibilità di aumentare ulteriormente la distanza tra il cavo e le opere esistenti, poste le condizioni geomeccaniche riscontrate.

2.5.1 *La variante di livelletta*

La variante di livelletta ha interessato principalmente i tratti in galleria. Essa risolve in modo radicale la maggior parte delle nuove, e non, criticità, e riduce fortemente gli edifici a rischio di danno da 33 a 15.

Nel primo tratto si osserva il passaggio in via Mignone con 8m di ulteriore abbassamento, 12m sotto l'ex AIAS.

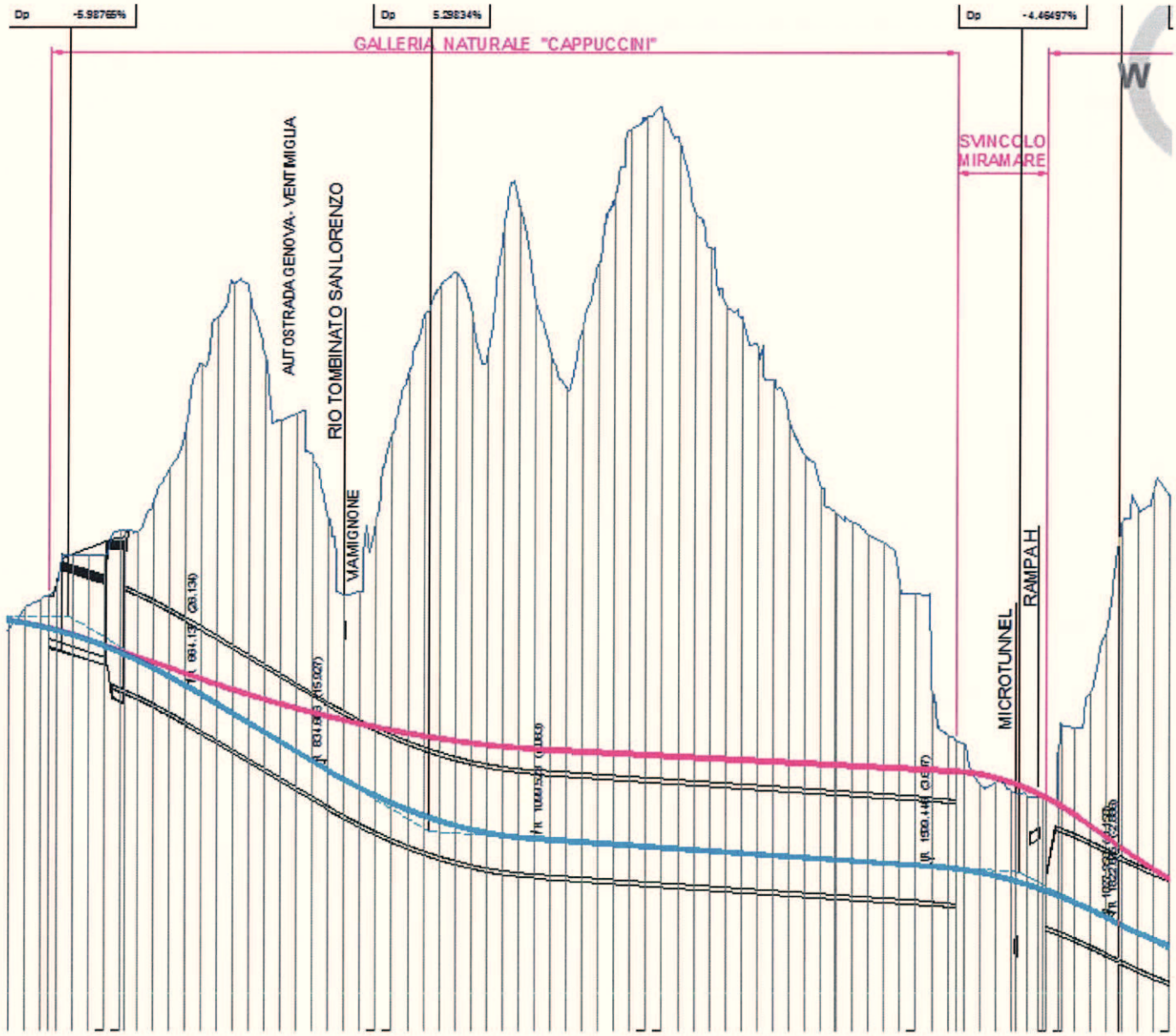


Fig. 2-11 Galleria Cappuccini. Nuova livelletta e livelletta di PG. Raffronto.

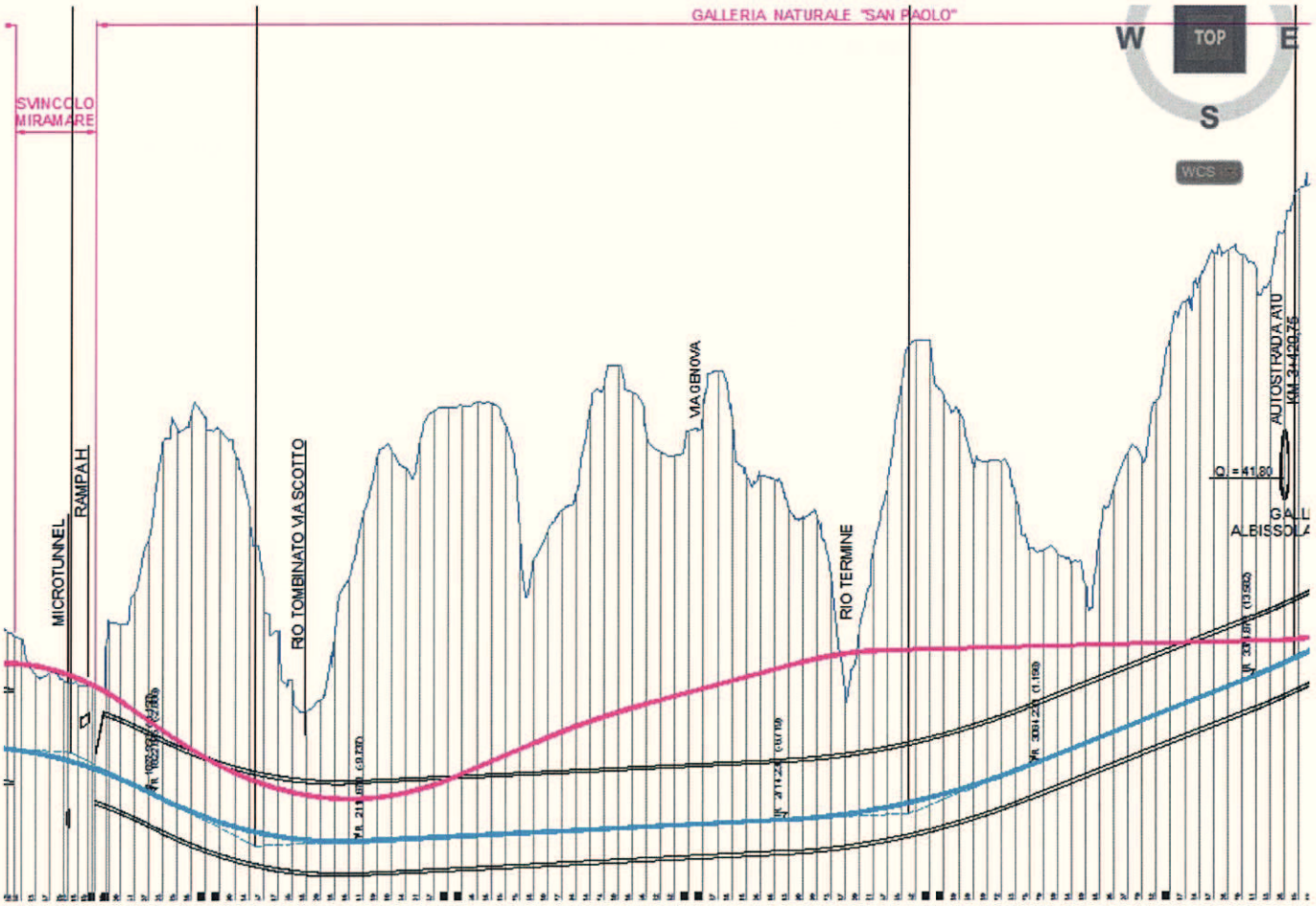


Fig. 2-12 Galleria San Paolo. Raffronto livelletta PG PE. Si noti via Scotto, passaggio in sotterraneo Rio Termine.

In via Scotto si è incrmentato di 8m la copertura, presso il Rio Termine si ha il passaggio in sotterraneo senza implicazioni dal passaggio parietale e senza impattare sui luoghi.

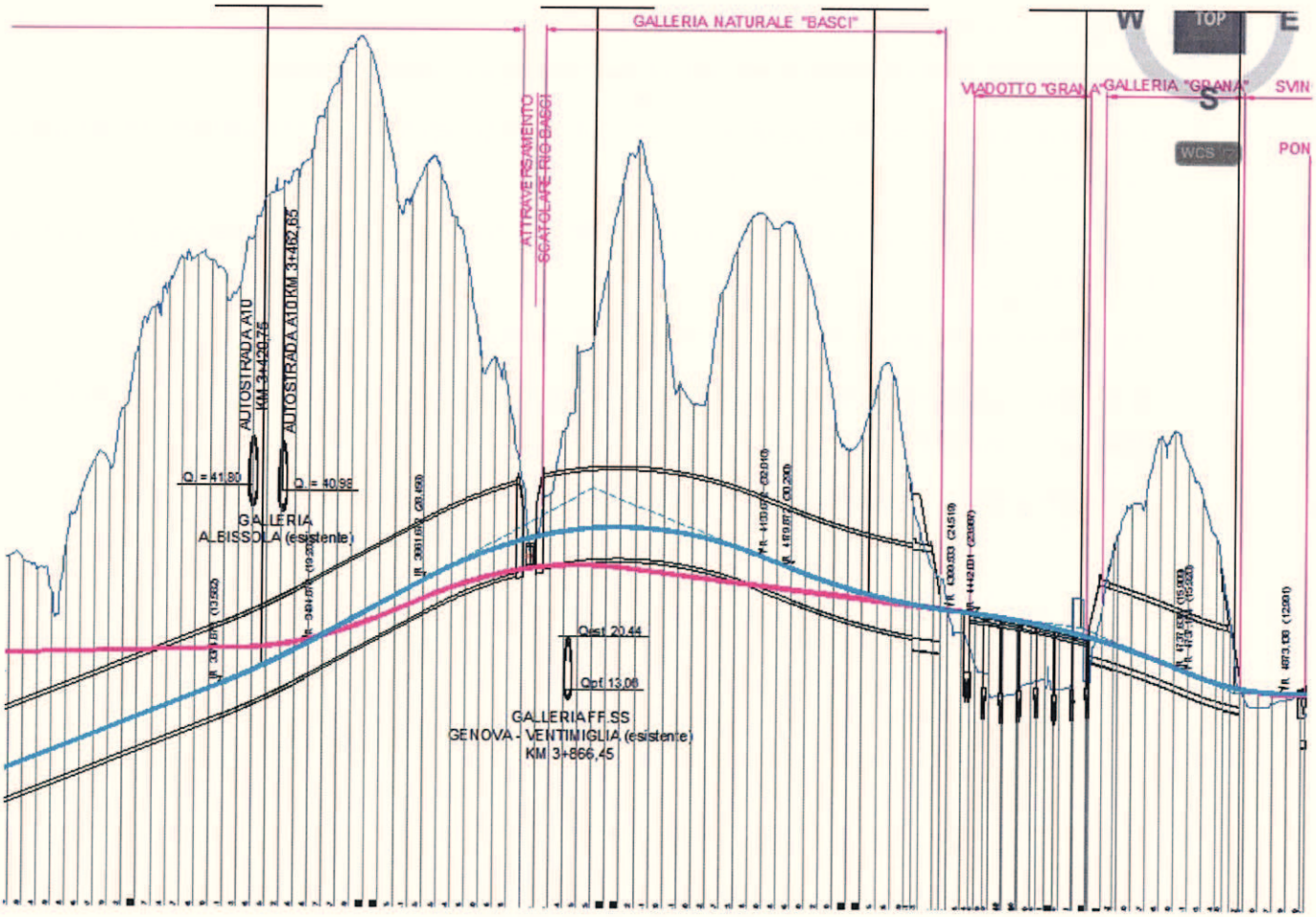


Fig. 2-13 Galleria San Paolo e Galleria Basci. Si notil'innalzamento per oltrepassare in sicurezza la galleria M.te Pasasco e con ponticello il rio Basci secondo disposizioni della Provincia.

Infine il passaggio sotto le gallerie autostradali con un aumento del franco, imbocchi San Paolo Est e Basci Ovest con passaggio con ponticello sul rio Basci e ulteriore franco di 6m sulla galleria ferroviaria M.te Pasasco.

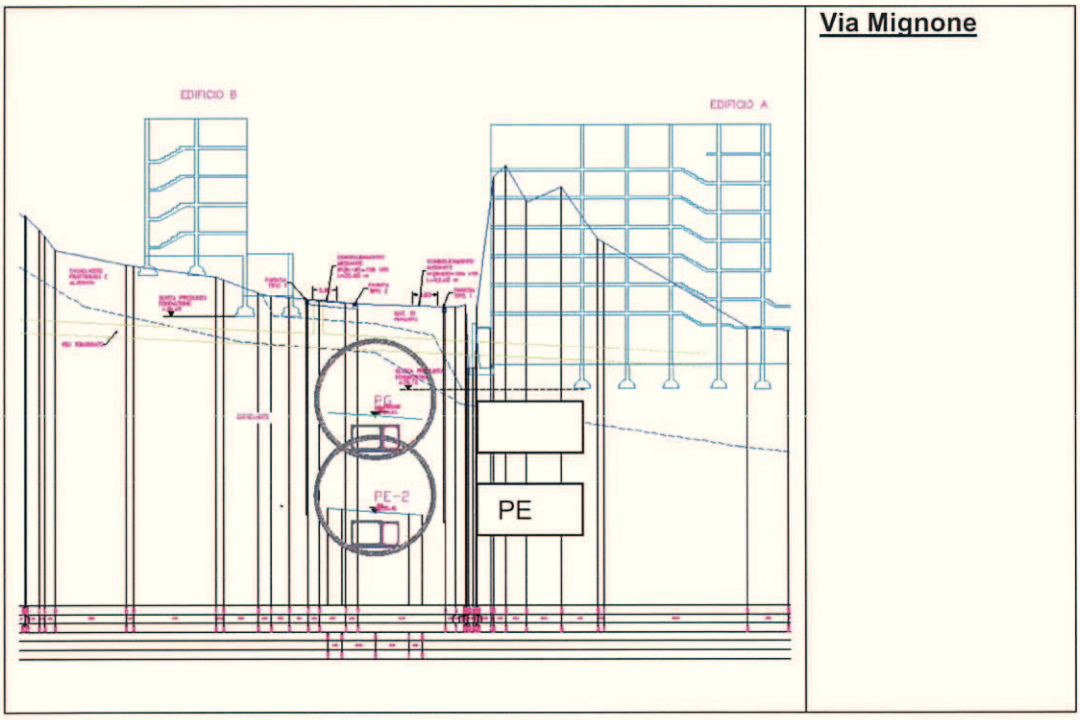
In ordine di progressive di tracciato i punti salienti:

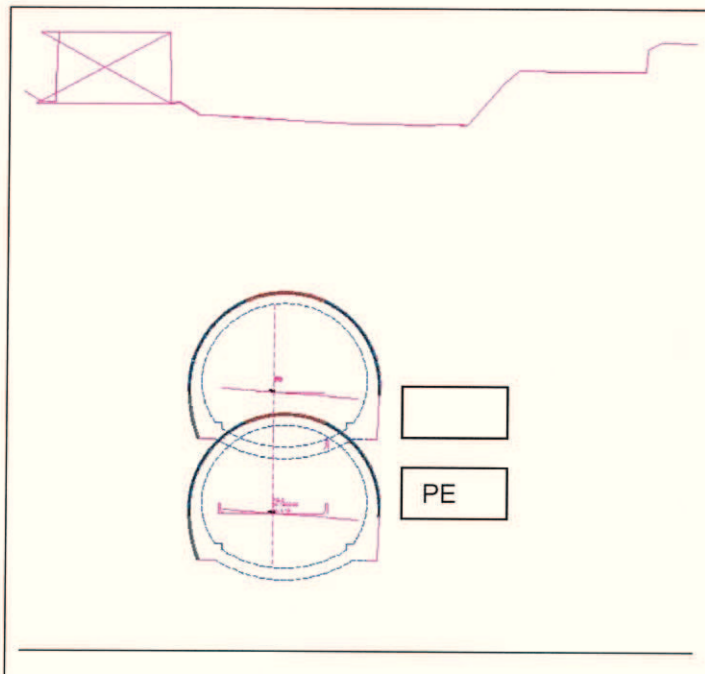
- dopo l'imbocco Cappuccini Ovest ad aumentare la pendenza e passare in via Mignone di circa 8m più bassi del PG;
- passare sotto l'ex AIAS aumentando di circa 12m la copertura, arrivando a più di 25m;
- di sottopassare il muro ad arco presso l'imbocco Cappuccini Est evitando così tutti i nuovi interventi che si sarebbero resi necessari sul muro e la rimozione di materiale di contenimento di dubbia provenienza e connotazione;
- di mantenere circa 12m di abbassamento presso lo svincolo Miramare in modo da attenuare gli effetti del rumore nel contesto urbano.

- di attenuare l'interferenza con i primi edifici all'imbocco San Paolo Ovest (non censiti, ma passanti da danno atteso 4, crollo, a danno atteso 1/0) con sempre 12m in più di copertura;
- di passare in via Scotto con maggiore copertura di 6-7m (raggiungendo così la copertura minima di 10m e di 13.50m sotto gli edifici più interferiti);
- di evitare il passaggio parietale presso rio Termine e di abbattere il rischio del danno agli edifici del borgo rio Termine;
- di passare in sotterraneo il rio Termine, evitando gli interventi previsti e critici;
- di terminare la galleria S.Paolo presso il Basci, sovrapassando il Basci con ponticello, come indicato dalla Provincia di Savona;
- di passare sopra la galleria Ferroviari Monte Pasasco con un margine raddoppiato, a circa 10m.

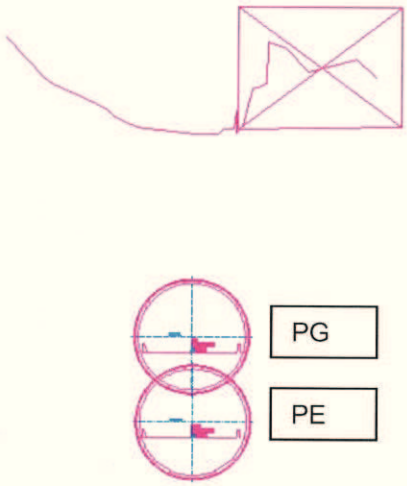
Qui di seguito alcune schede che mostrano la soluzione di passaggio più critici.

Via Mignone

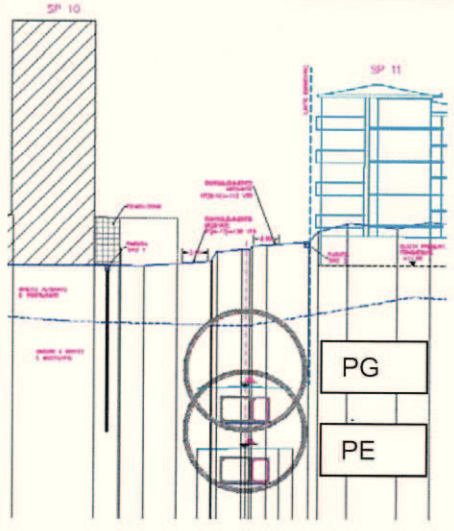




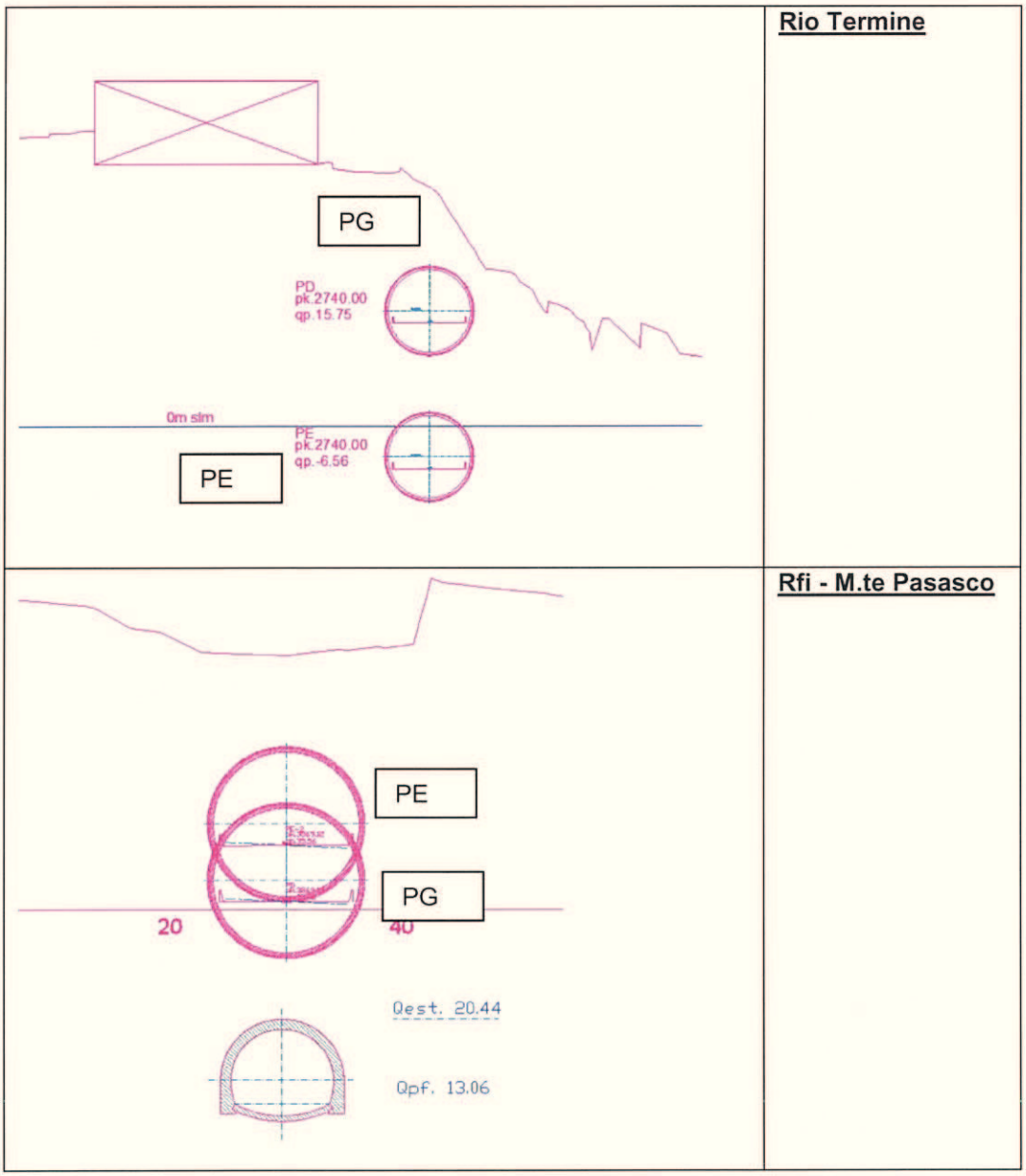
Ex AIAS



Edifici San Paolo Ovest



Via Scotto



Questa operazione di variazione della livelletta, ha fortemente abbattuto il rischio di danno sugli edifici,studiato con il primo approccio da 33 si passa a 15. I 15 rimasti, con gli interventi previsti per taluni, rientrano nella categoria di danno minima:

	PG	PE
cat.rischio	n.edifici	n.edifici
2	22	15
3	10	-
4	1	-
TOTALE	*33*	*15*

Tab. 2-2 Scenari.Categoria di rischio del danno con primo approccio del PE.

Il tracciato così definito risulta migliorativo per gli effetti degli scavi sugli edifici, in particolare per 18 dei 33 edifici a rischio di danno, nell'impatto ambientale sul rio Termine, nell'impatto visivo e acustico allo svincolo Miramare

Allo stesso tempo, lo studio dei progetti costruttivi degli interventi di ripristino della galleria ferroviaria M.te Pasasco hanno mostrato la difficoltà operativa nell'eseguire le iniezioni dal piazzale strada per consolidare la calotta della galleria esistente.

Tali difficoltà sono ascrivibili a:

- locale fratturazione della roccia (stillicidi in galleria)
- parziale possibilità di accesso alla galleria per traffico ferroviario, ma che è necessario per verificare che l'esecuzione delle iniezioni non vada a perdersi all'interno della galleria, (ciò viene fatto con particolare cautela);
- effetti tenso deformativi sul cavo (sulla base dei dati ricevuti da RFI) e indagini da PE

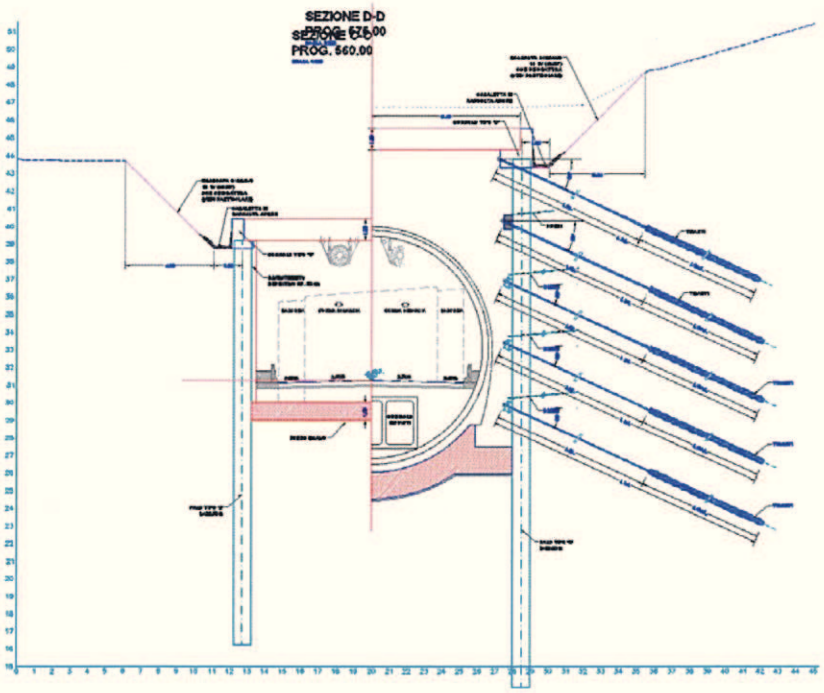
Il passaggio a ponticello sul Basci consente di passare sopra la galleria M.te Pasasco con livelletta superiore di 6m, oltre a risultare in linea con le richieste della Provincia.

2.6. *RISOLUZIONE DI ALTRE PROBLEMATICHE EMERSE NON STRETTAMENTE LEGATE AL TRACCIATO*

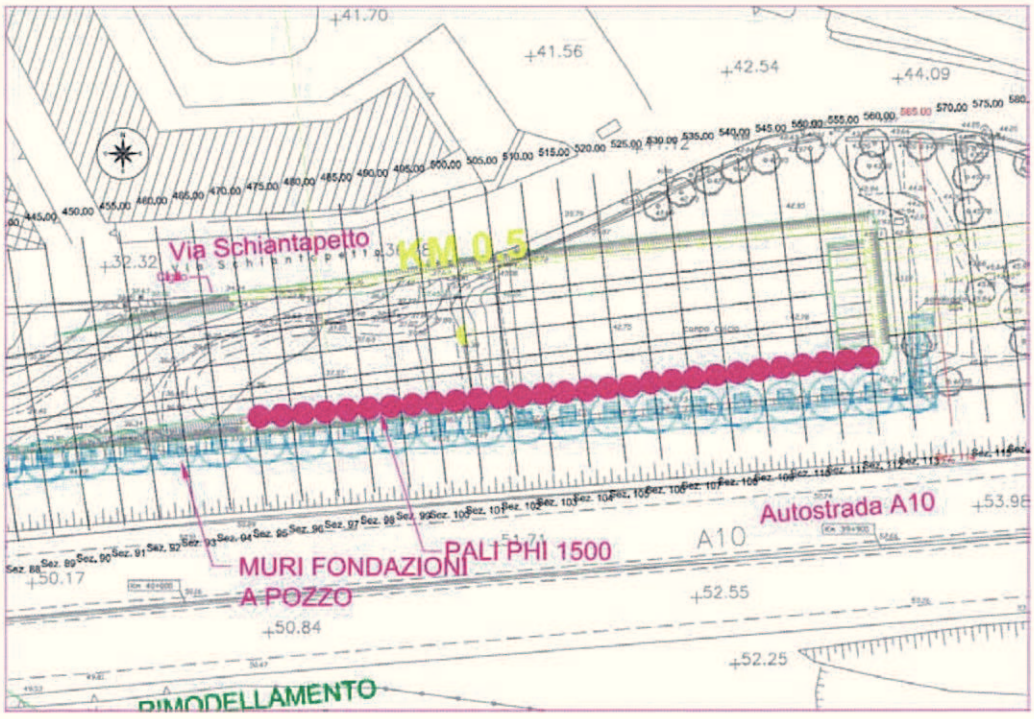
Sempre in questa parte introduttiva si vogliono rimarcare alcune soluzioni apportate necessariamente dopo l'acquisizione di nuovi dati in questa fase progettuale.

2.6.1 *Montaggio Fresa presso Basci Est*

Stante l'interferenza diretta con le opere esistenti, l'impossibilità di contenere gli scavi necessari per il montaggio della fresa (comprensiva del passaggio del carroponte), l'imbocco Cappuccini Ovest viene riconfigurato con gli ingombri necessari per la sezione C1.



Tab. 2-3 Eloquente raffronto fra gli scavi con TBM e senza. La soluzione adottata è quella a sinistra.



Tab. 2-4 Interferenza con le fondazioni a pozzo dei muri di sostegno del rilevato autostradale (colore ciano)

La fresa viene montata presso Basci Est, avendo gli spazi necessari e senza interferenze.

- montaggio della fresa in altro imbocco (Basci Est)

- esecuzione dello smontaggio alla Cappuccini Ovest, ma in aree non interessate dalle opere di contenimento autostradale.

L'area di smontaggio è identificata alle progressive 565-585 circa ove le condizioni consentono l'esecuzione di tiranti attivi:

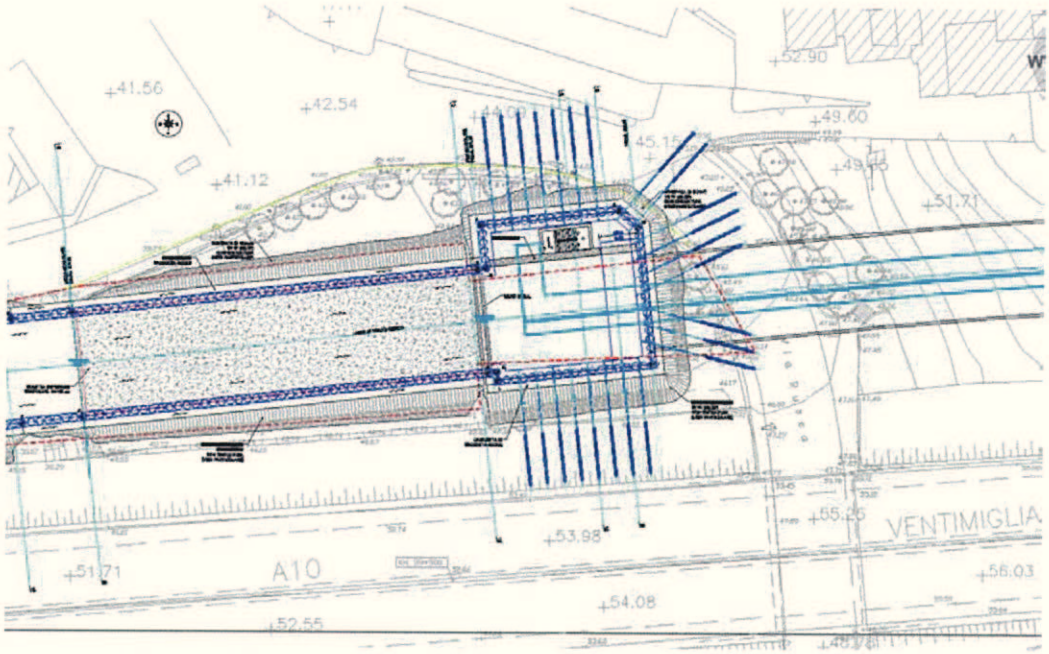


Fig. 2-5 Layout definitivo per risolvere l'interferenza con le opere autostradali e consentire lo smontaggio della TBM.

3. DESCRIZIONE RAGIONATA DI INQUADRAMENTO DEL PROGETTO STRADALE

In seguito agli affinamenti e sviluppi progettuali si è giunti alla definizione del tracciato di PE.

Qui di seguito una breve descrizione del tracciato e opere connesse con raffronto rispetto al progetto di gara.

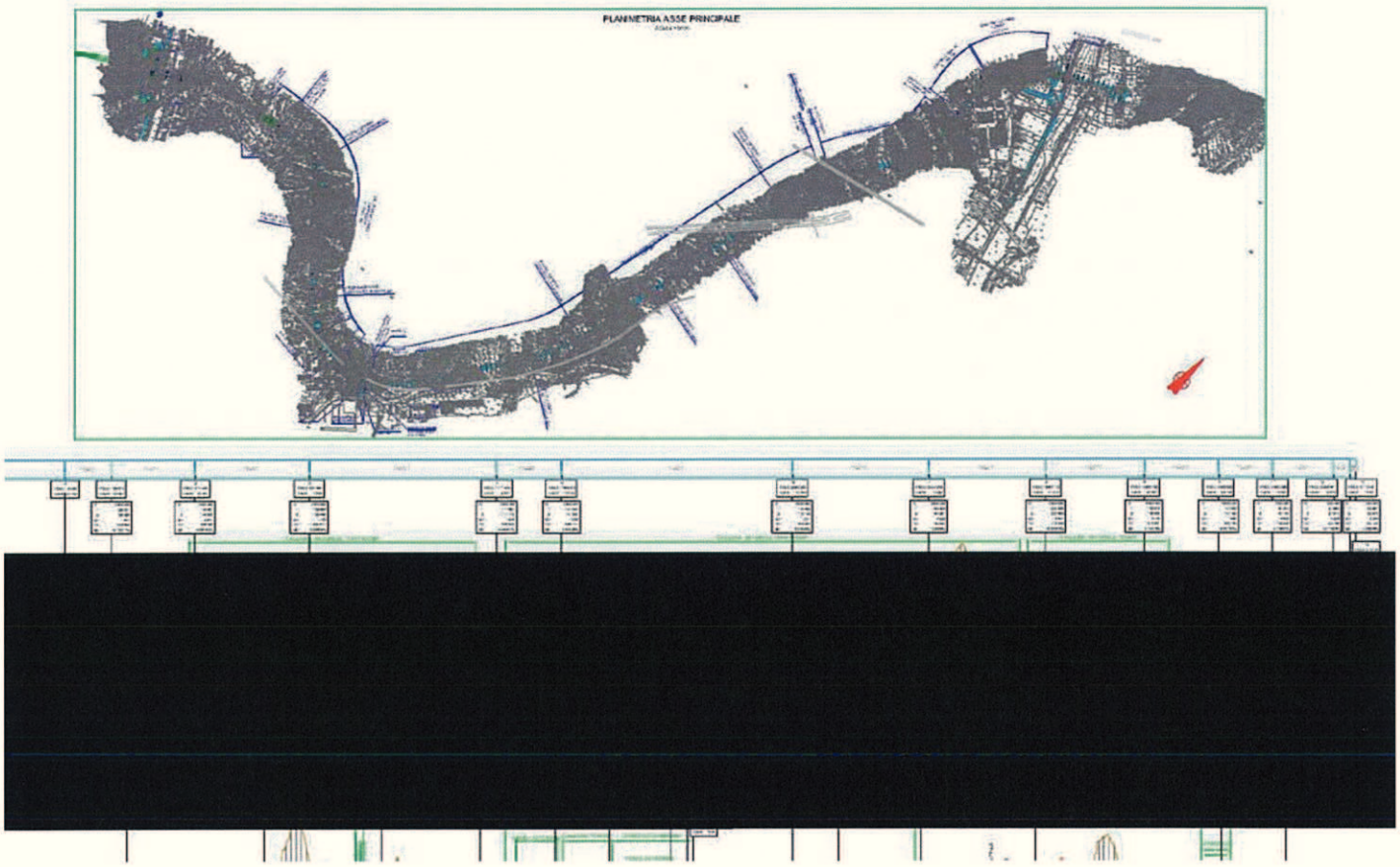


Fig. 3-1 Il tracciato planimetrico e livelletta di PE.

3.1.1 Svincolo Letimbro

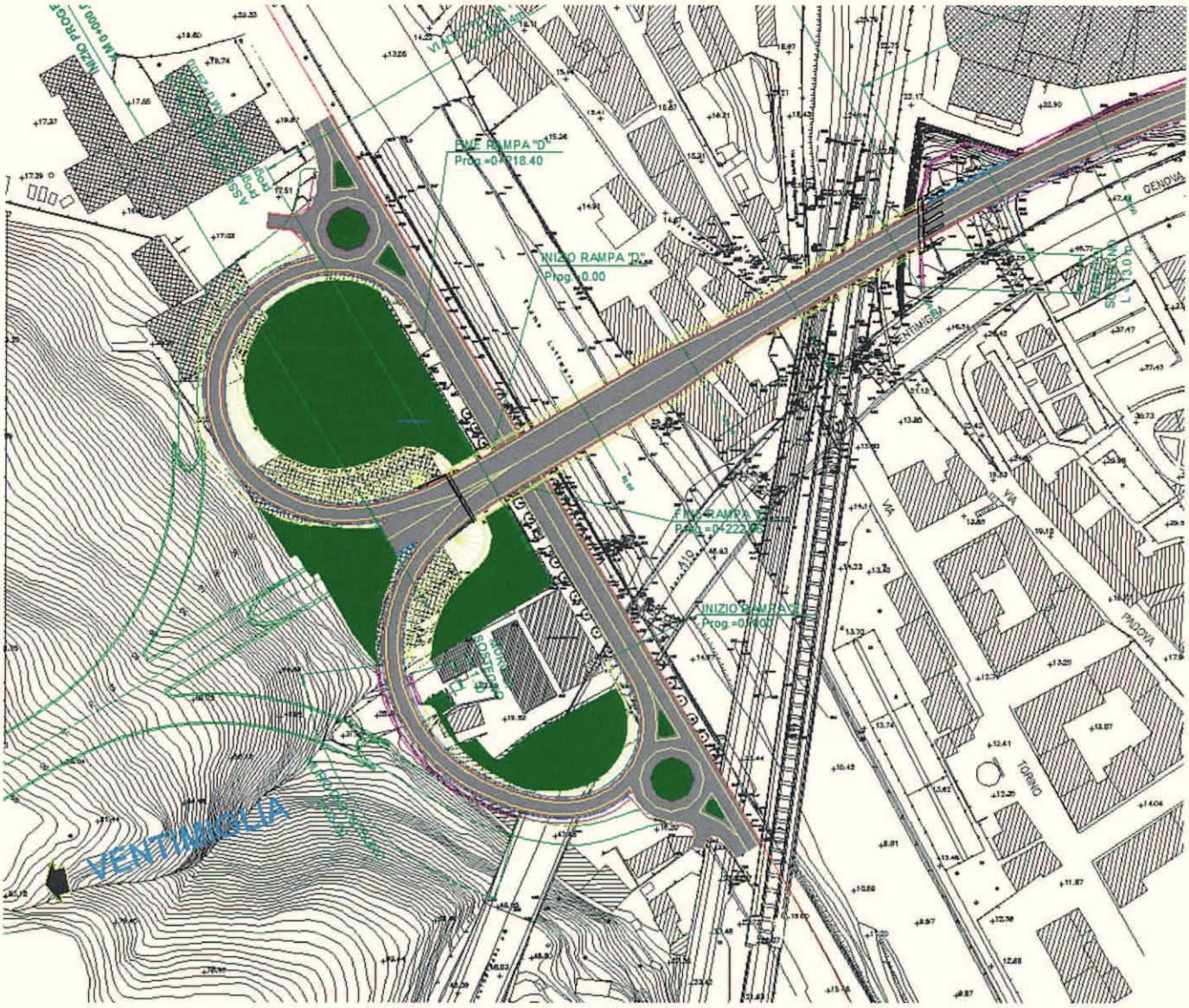


Fig. 3-2 Planimetria di inquadramento dello svincolo Letimbro.

Dal punto di vista funzionale esso realizza il raccordo della variante con la SS 29 alle porte di Savona. La sua conformazione topologica prevede la realizzazione di un sistema di rampe che si collegano alla S.S.29 attraverso delle rotatorie: la scelta di una tipologia così particolare nasce dall'esigenza di produrre un inserimento di basso impatto che al contempo possa essere oggetto di interventi di arredo urbano.

Oltre a realizzare il collegamento alla viabilità esistente, è stato progettato considerando il prolungamento della Variante verso Ponente.

Il collegamento delle rampe alla viabilità esistente è realizzato attraverso delle rotatorie, anziché intersezioni a raso, tali da:

- migliorare l'inserimento dell'infrastruttura;
- consentire una maggiore regolarità di deflusso sulle rampe;

- perseguire un maggiore livello di sicurezza.

La collocazione alle porte della città e la particolare conformazione riescono ad identificare una gerarchia della rete stradale facilmente riconoscibile dalle utenze.

3.1.2 *Viadotto La Rusca*

Come da premessa il viadotto La Rusca è stato ridefinito sulla base delle prescrizioni acquisite dall'Acquedotto di Savona sull'eliminazione della Pila 2 in possibile interferenza con un pozzo dell'acquedotto.

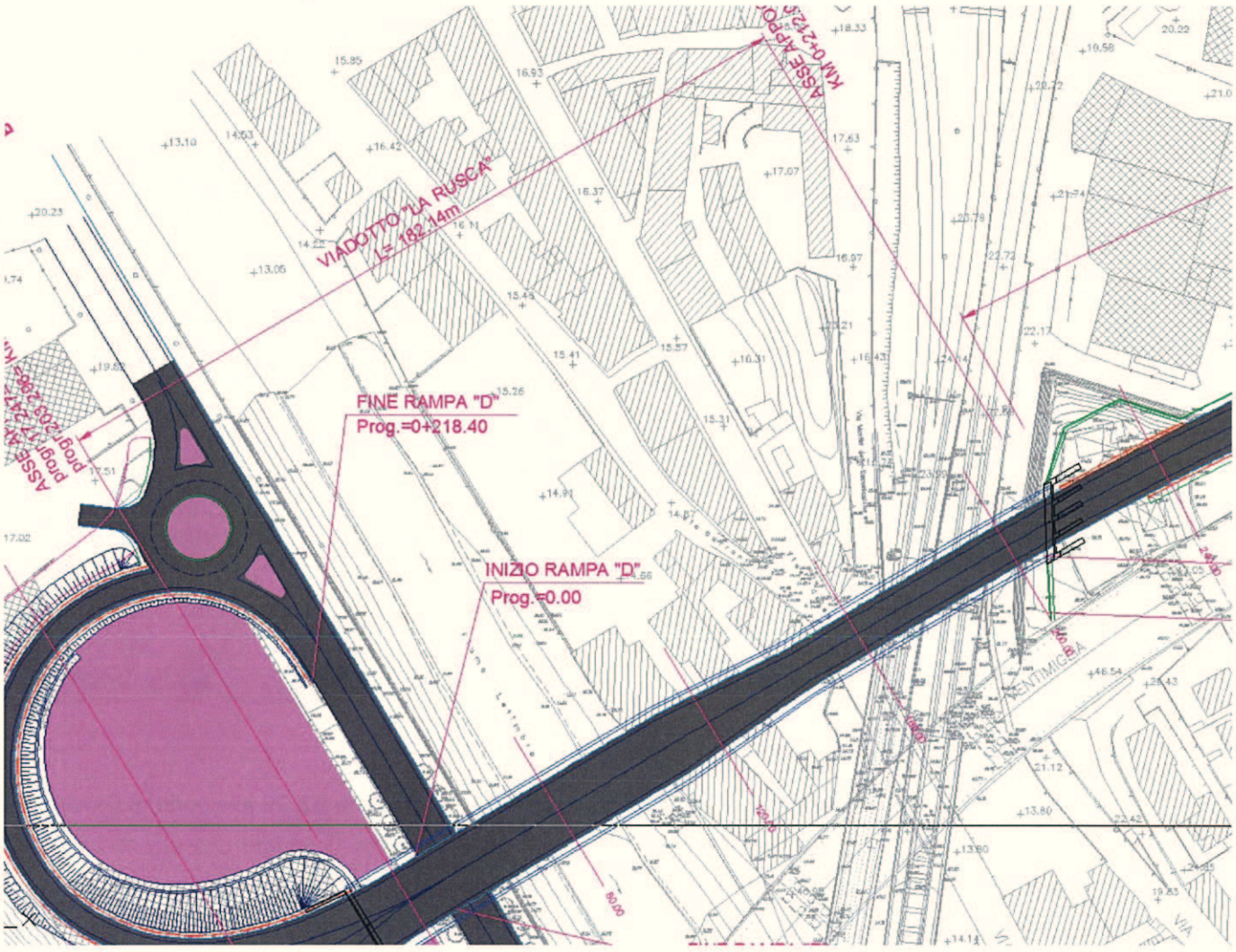


Fig. 3-3 Planimetria del viadotto La Rusca.

Il recepimento di questa limitazione, alla luce delle modalità possibili di varo e delle condizioni statiche si definitive sia nelle fasi realizzative e stesse di varo, hanno portato alla definizione di un viadotto per via inferiore con due spalle due pile, con luci rispettivamente 32m, 75m e 75m.

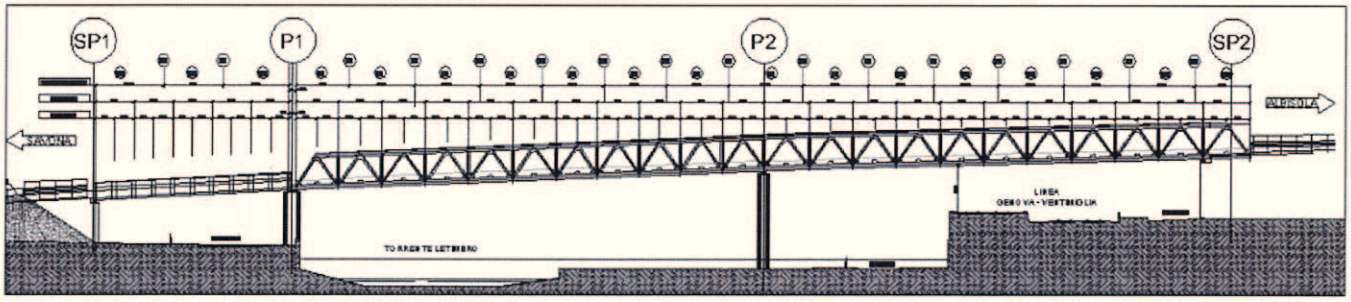


Fig. 3-4 Prospetto del viadotto La Rusca.

3.1.3 opere tra viadotto La Rusca e imbocco Ovest Cappuccini

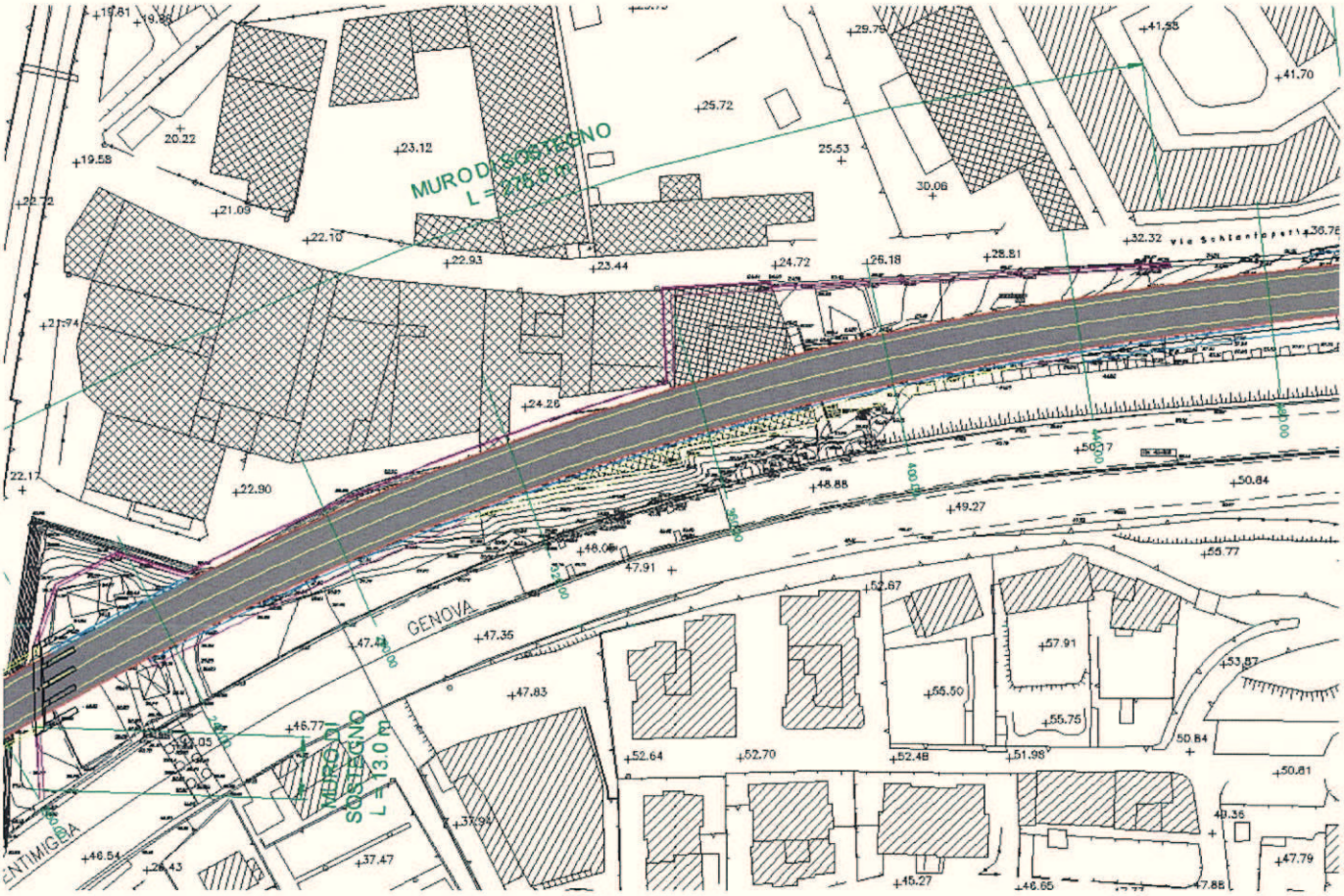


Fig. 3-5 Planimetria tra viadotto La Rusca e imbocco Ovest della Cappuccini.

In questo tratto, che va indicativamente dalle progressive 220 m alla 500 m, la livelletta è posta a quota superiore rispetto al piano campagna (interessato da edifici civili). Dopo la demolizione di questi, si prevede la realizzazione di un muro di contenimento per non interessare ulteriori aree già urbanizzate.

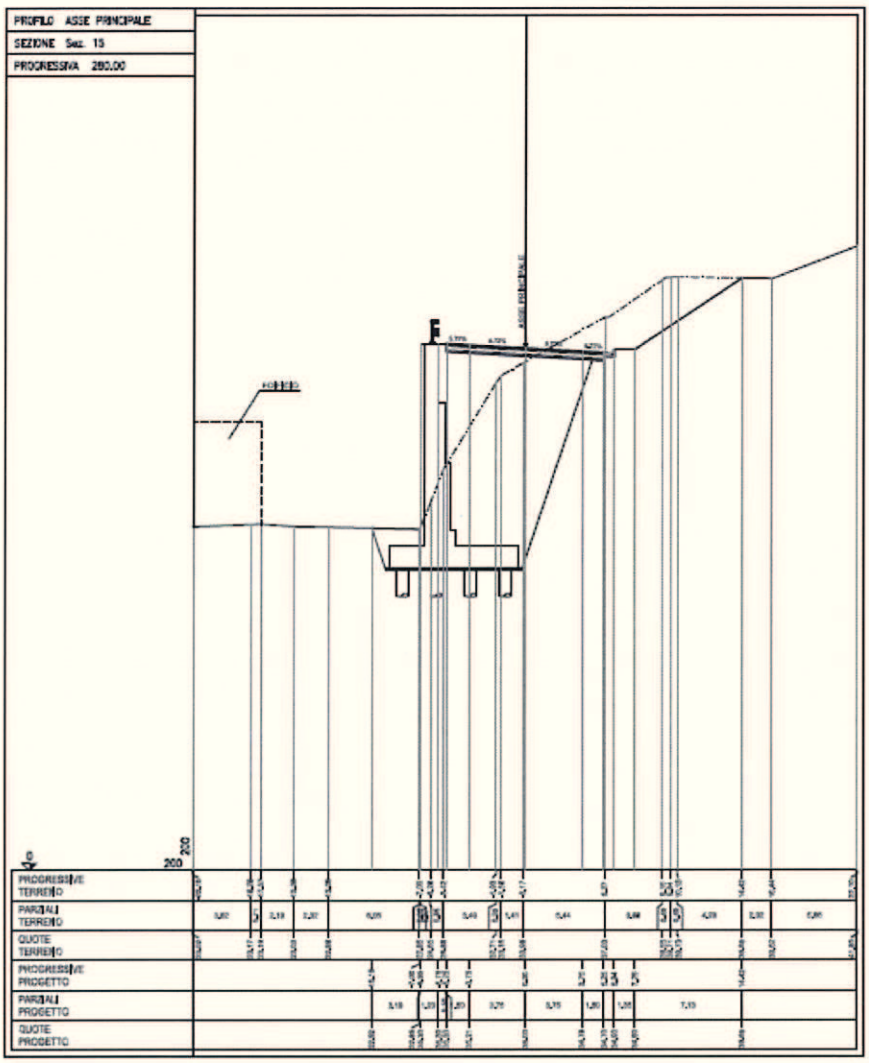


Fig. 3-6 Opera di sostegno del tratto stradale in mezza costa.

3.1.4 galleria Cappuccini

La galleria Cappuccini si sviluppa dalla progressiva 505 alla progressiva 1+630 circa.

All'imbocco Ovest è previsto lo smontaggio della fresa scudata, prima di giungere in interferenza con le opere di sostegno autostradale.

La livelletta è stata variata per aumentare il più possibile i passaggi critici con le opere esistenti, nei passaggi più critici, quali: via Mignone, ex AIAS.

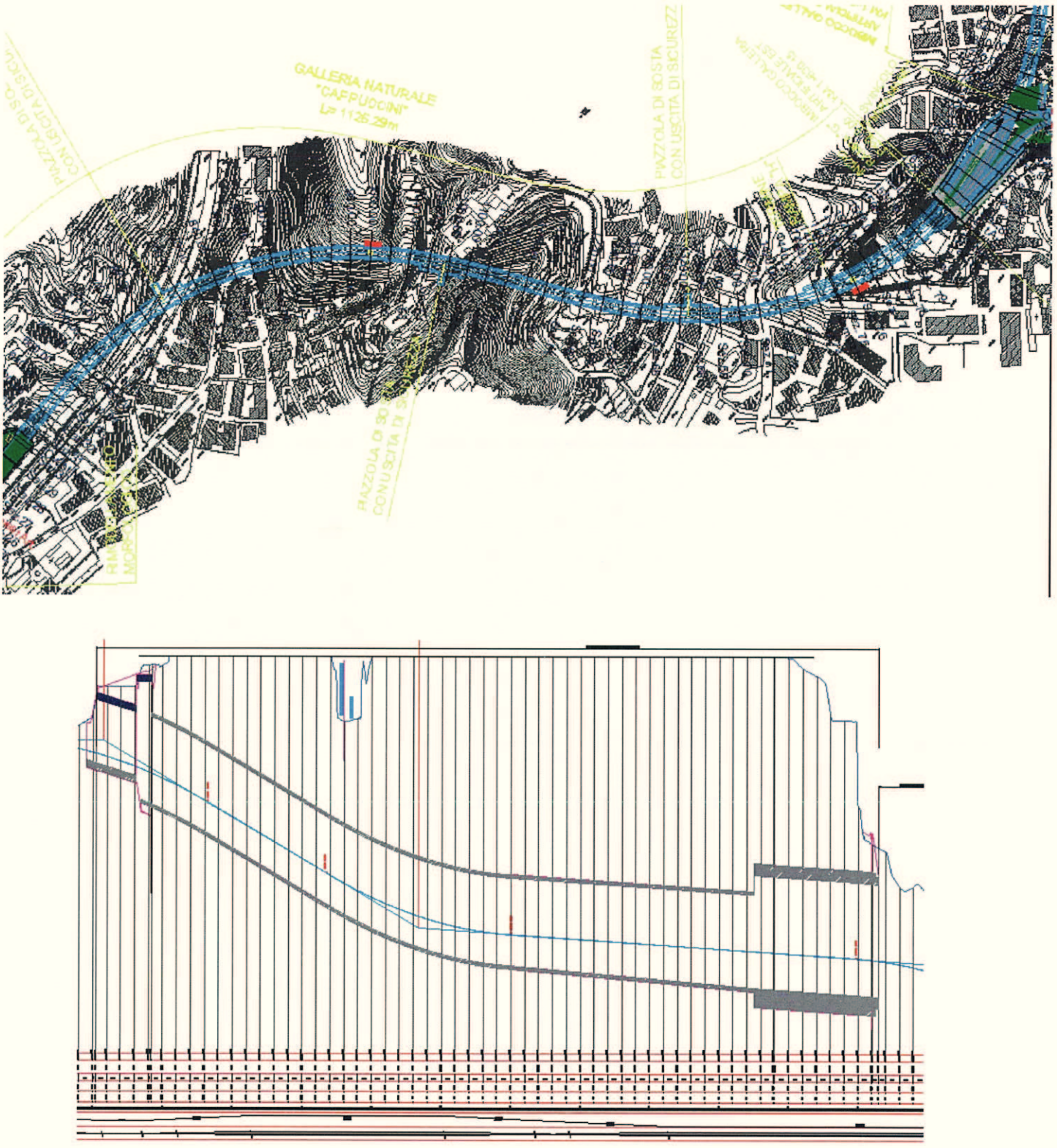


Fig. 3-8 Galleria Cappuccini, profilo.

3.1.5 *svincolo Miramare*

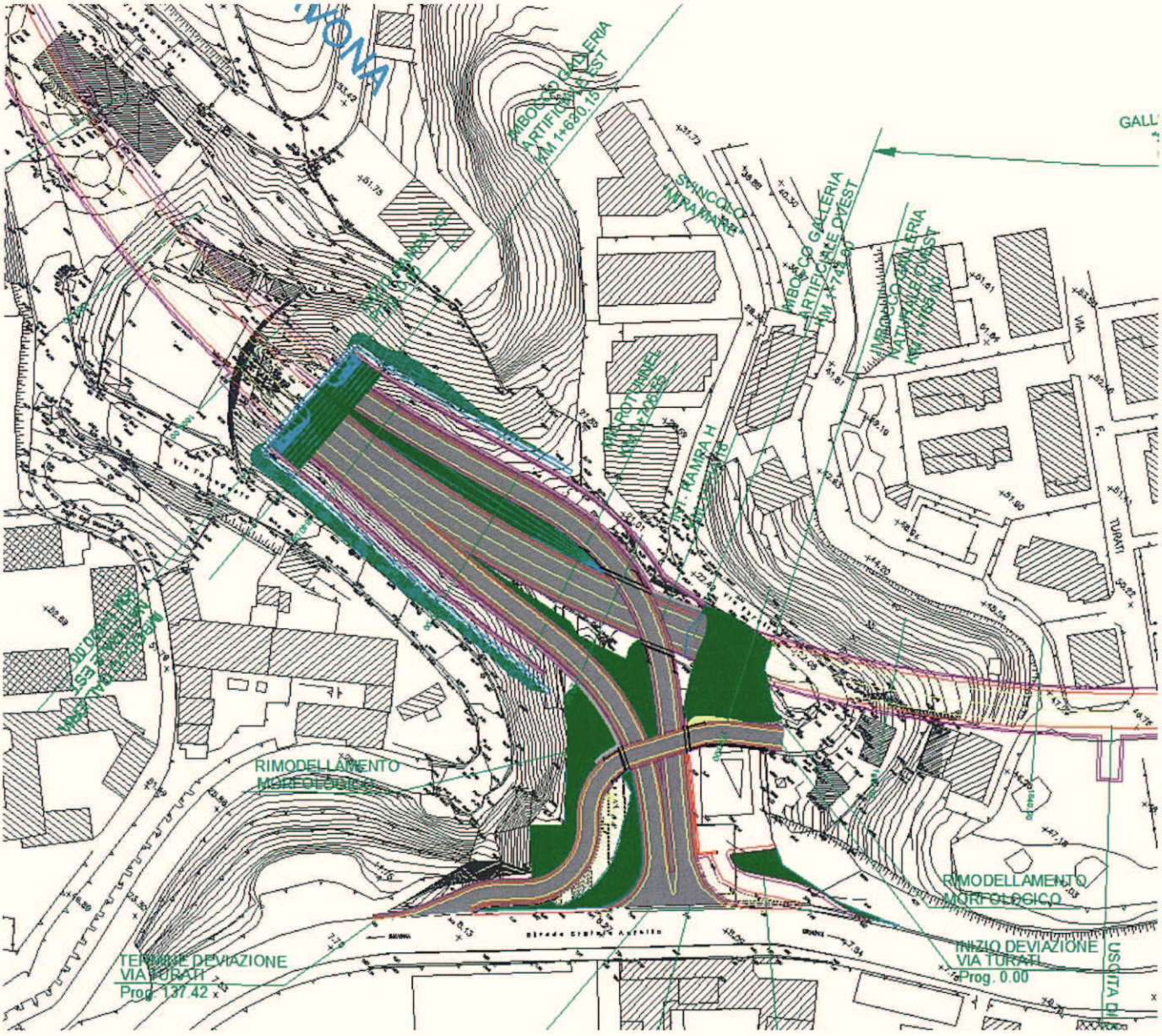


Fig. 3-9 Planimetria svincolo Miramare.

Originariamente la connessione tra l'Aurelia bis ed il lungomare di Savona, compreso fra Miramare e Punta Margonara, veniva risolta con due svincoli semidirezionali.

A seguito dell'approvazione da parte del C.I.P.E. (Deliberazione n. 77 del 3 Agosto 2007) e relative prescrizioni che hanno comportato l'eliminazione dello svincolo di Punta Margonara. Le attività di progettazione e variante di tracciato sono state, comunque, verificate nella piena compatibilità con lo svincolo Margonara.

Pertanto il solo svincolo "Miramare", per le ragioni sopra esposte, effettua un collegamento solamente parzialmente funzionale con il lungomare di Savona, consentendo di collegare il traffico proveniente dal settore di levante (Autostrada) con il centro città, il porto e l'ospedale. Resta escluso il collegamento in senso inverso che connetteva la valle del Letimbro con Albissola Marina, Albisola Superiore, con il casello di Albissola e con il futuro porto turistico.

3.1.6 *galleria San Paolo*

L'attuale galleria San Paolo si estende per 2052,30m. Si sviluppa dallo svincolo Miramare sino al rio Basci.

Le criticità sono rappresentate da passaggi in zona urbanizzata a bassa copertura, in particolare in via Scotto, (da pk-2+010 a pk 2+070 ca.), e sul rio Termine (pk.2+750- pk.2+780), e dal passaggio sotto falda proprio per mitigare gli effetti tenso deformativi sugli edifici.

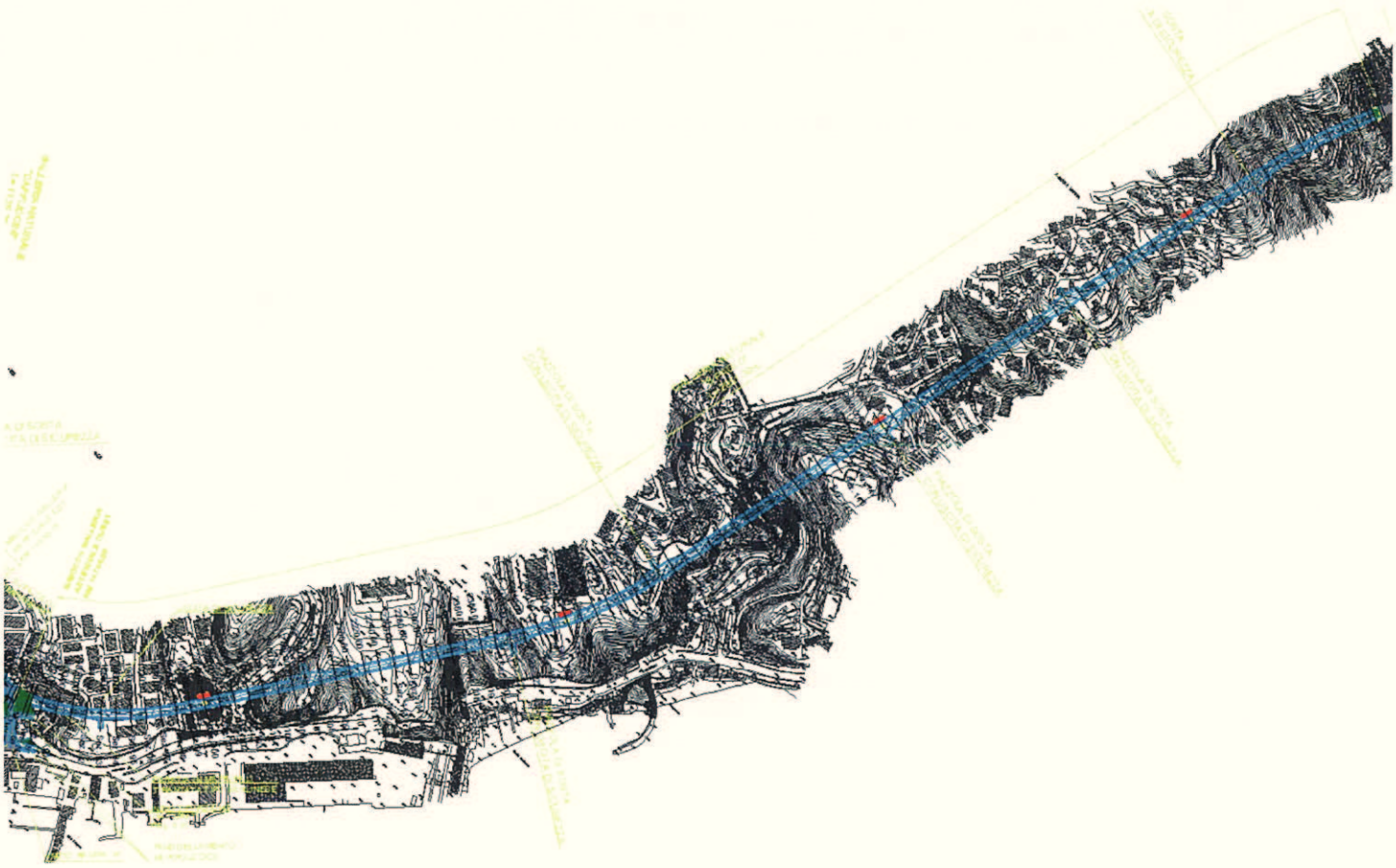


Fig. 3-10 Galleria San Paolo 2052m - planimetria

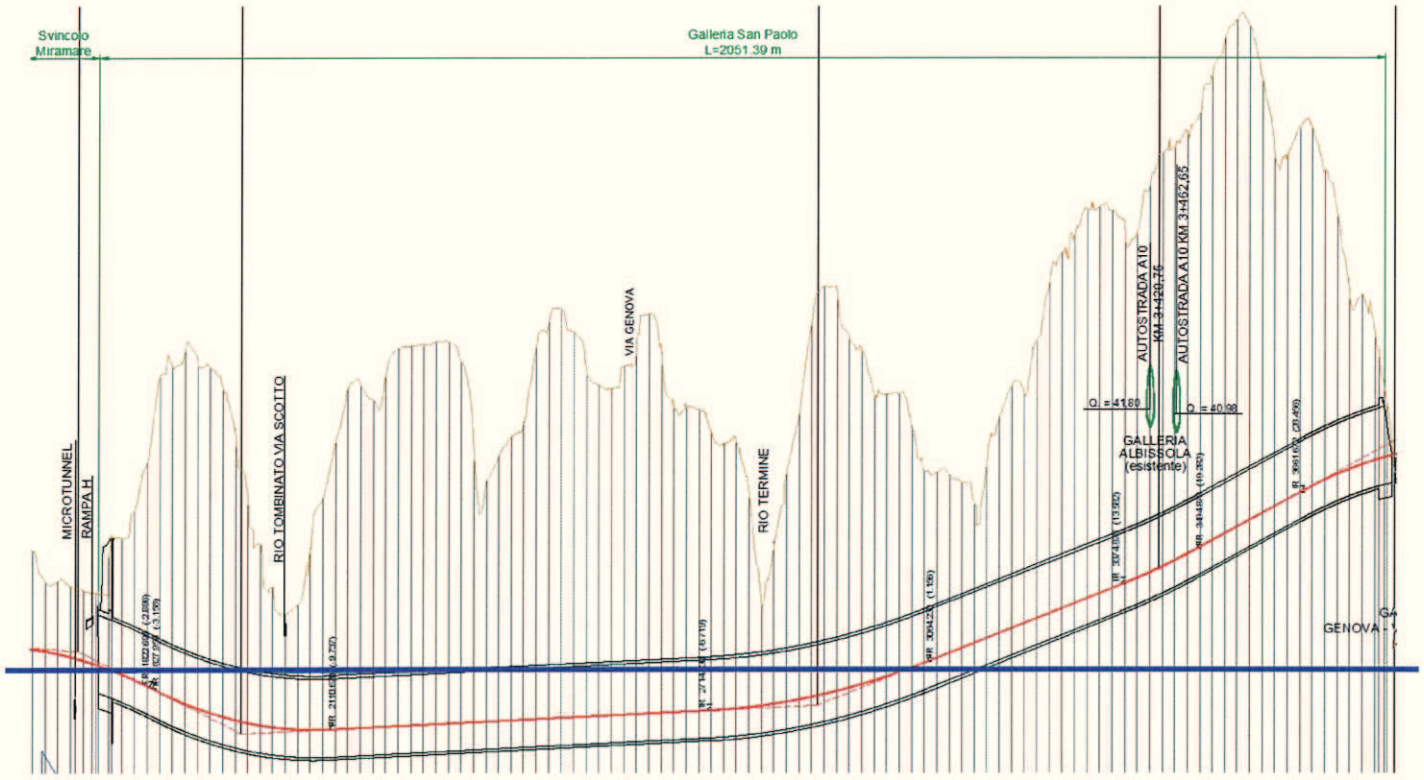


Fig. 3-11 Galleria San Paolo - profilo, con evidenziato il livello medio mare.

3.1.7 Rio Termine

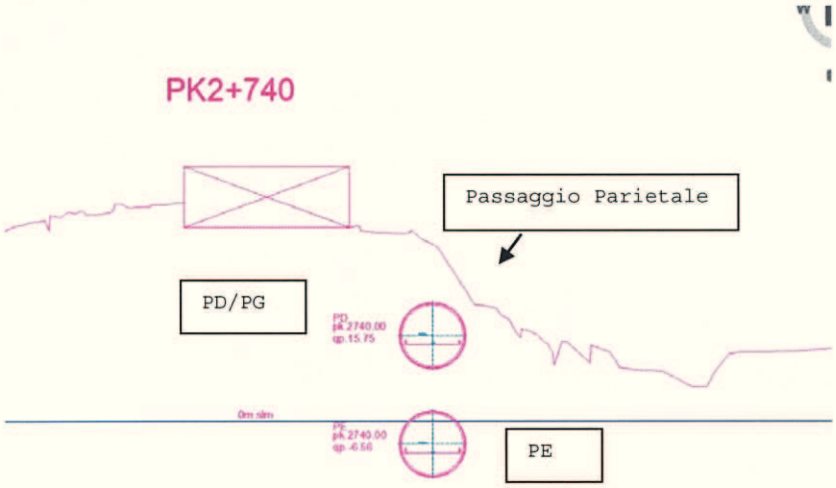


Fig. 3-12 Sezione alla Pk 2+750, passaggio parietale pressi rio Termine.

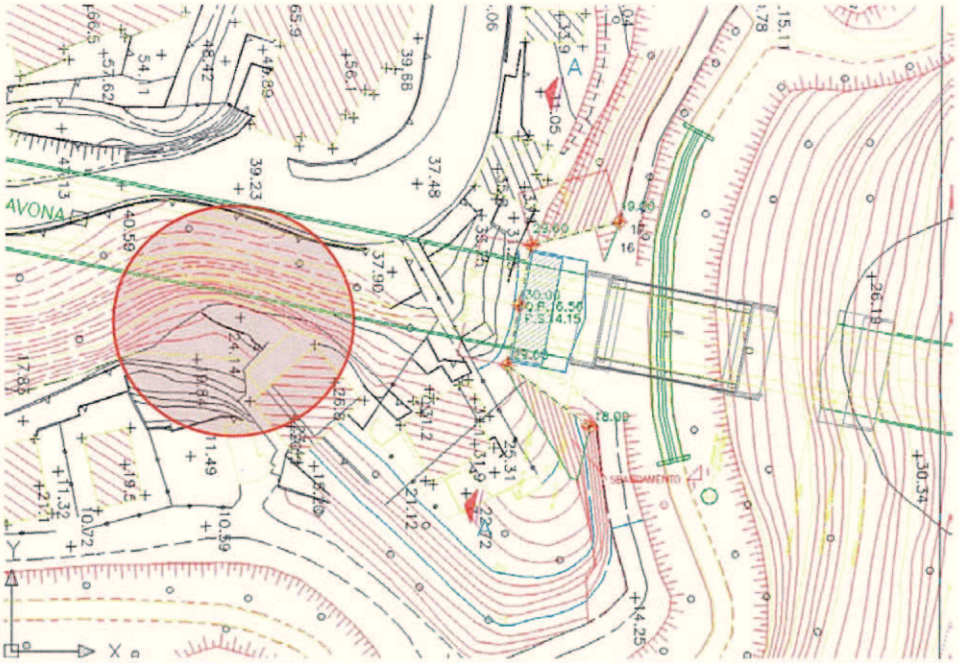


Fig. 3-13 Passaggio Parietale Galleria San Paolo, e soluzione PE..

3.1.8 sistemazione del rio Basci

Gli interventi sul rio Basci sono conseguenza degli approfondimenti sull'interferenza con la galleria M.te Pasasco e sulle indicazioni ricevute nell'ambito della presente fase di progettazione relativa all'intervento di regimazione del rio, le cui soluzioni precedenti non risultavano in linea con quanto disposto dall'autorità in merito.

L'innalzamento della livelletta ha così portato alla divisione delle gallerie S.Paolo e Basci in questa valle.

La complessità della sistemazione finale (e della cantierizzazione) risiede nella forte incisione del rio all'altezza del passaggio e nella contestuale necessità di garantire strade di cantiere e definitive per l'esodo, creando il minore disagio possibile per le realtà locali, in particolare un edificio nei pressi dell'imbocco Ovest della Basci, (pk.3+830 circa).

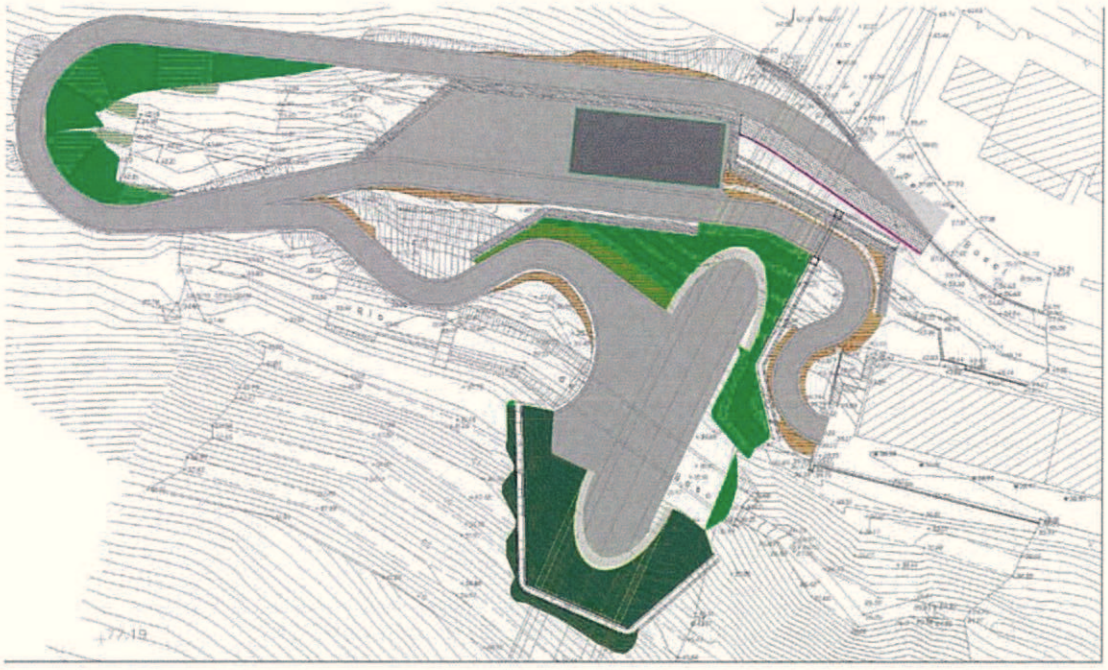


Fig. 3-14 Sistemazione definitiva Rio Basci con viabilità secondaria di accesso, ad uso anche locale.

3.1.9 galleria Basci

La galleria Basci presenta una lunghezza di 530m. E' la prima galleria scavata con la TBM, il cui montaggio è previsto all'imbocco Est.

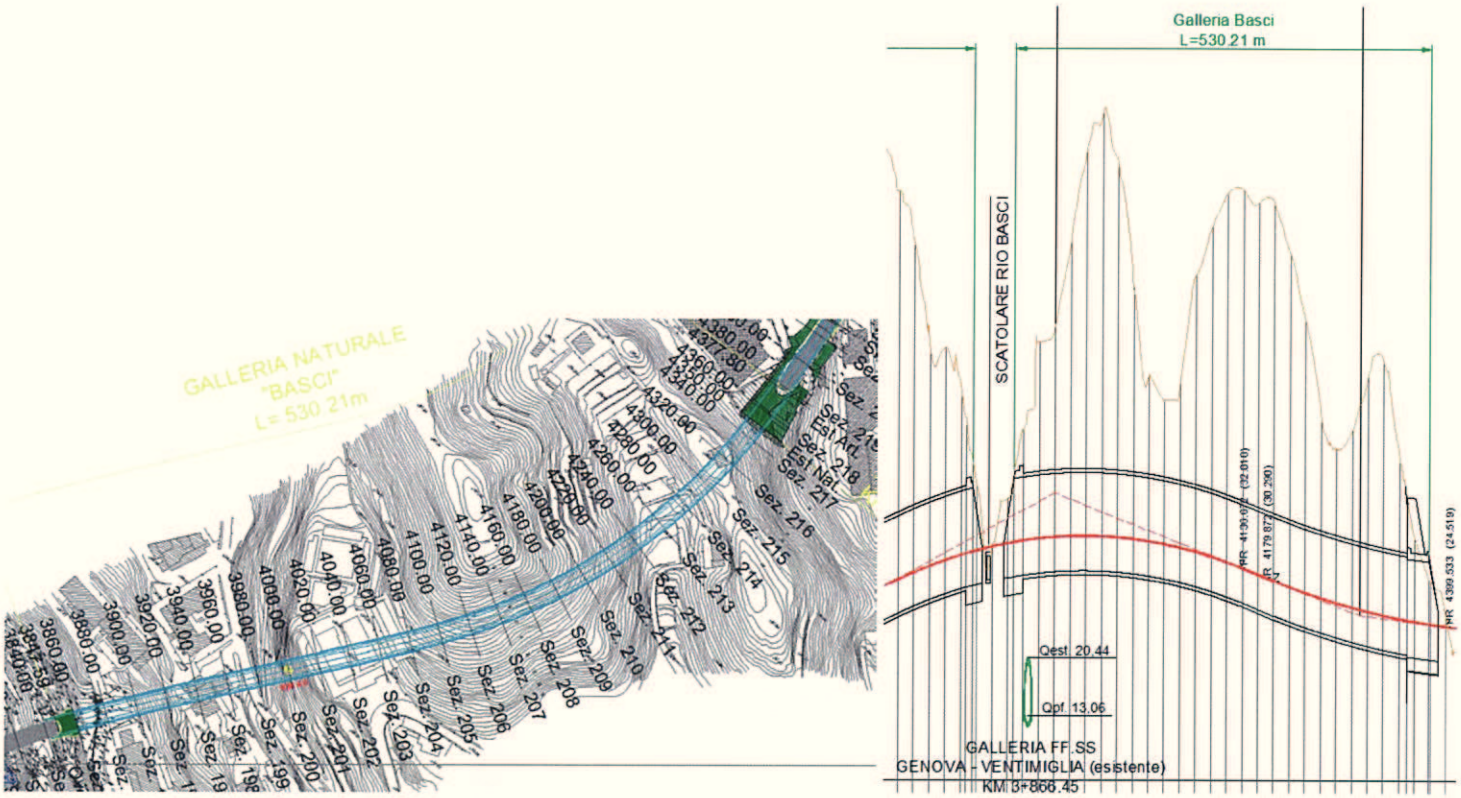


Fig. 3-15 Planimetria e profilo galleria Basci.

Presenta una interferenza con la galleria ferroviaria M.te Pasasco il cui passaggio è stato ulteriormente alzato di 5m ed il passaggio al di sotto di un edificio alla prg. 3+950 circa.

3.1.10 viadotto Grana

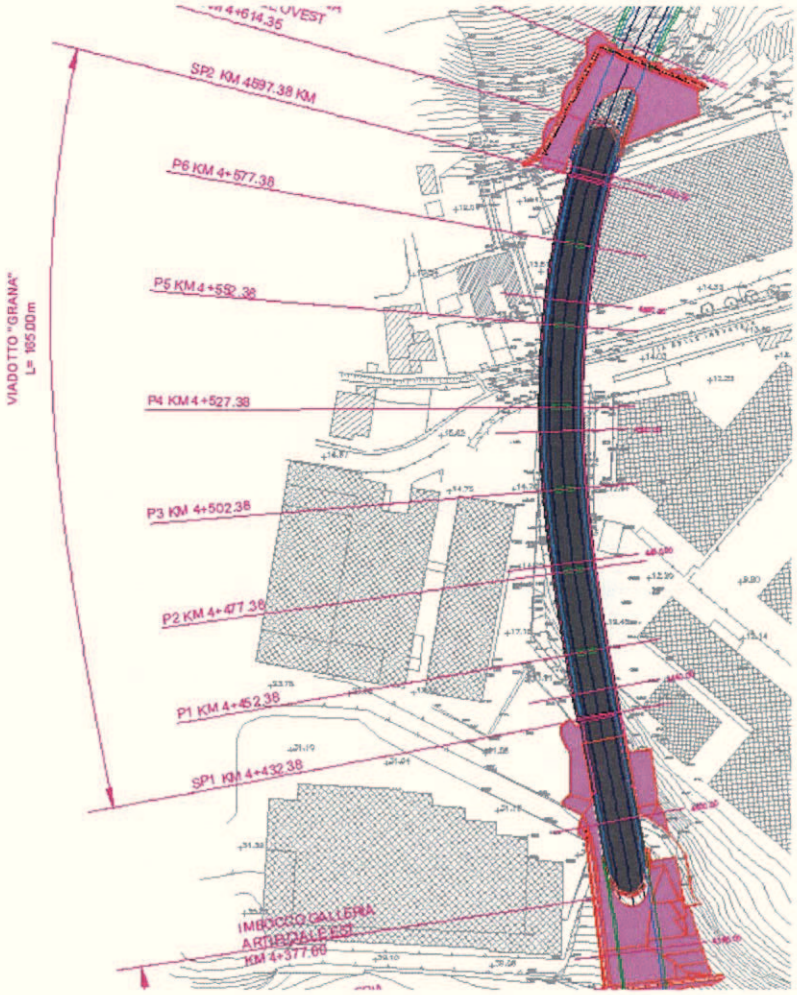


Fig. 3-16 Viadotto Grana - Planimetria.

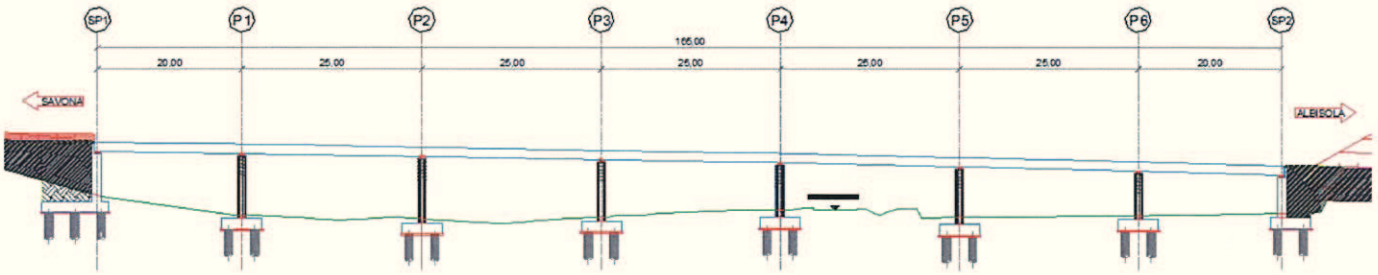


Fig. 3-17 Viadotto Grana. Prospetto.

3.1.11 galleria Grana

La galleria Grana ha subito planimetricamente uno spostamento di circa 4m all'imbocco Est raccordandosi poi all'imbocco Ovest al vecchio tracciato plano-altimetrico.

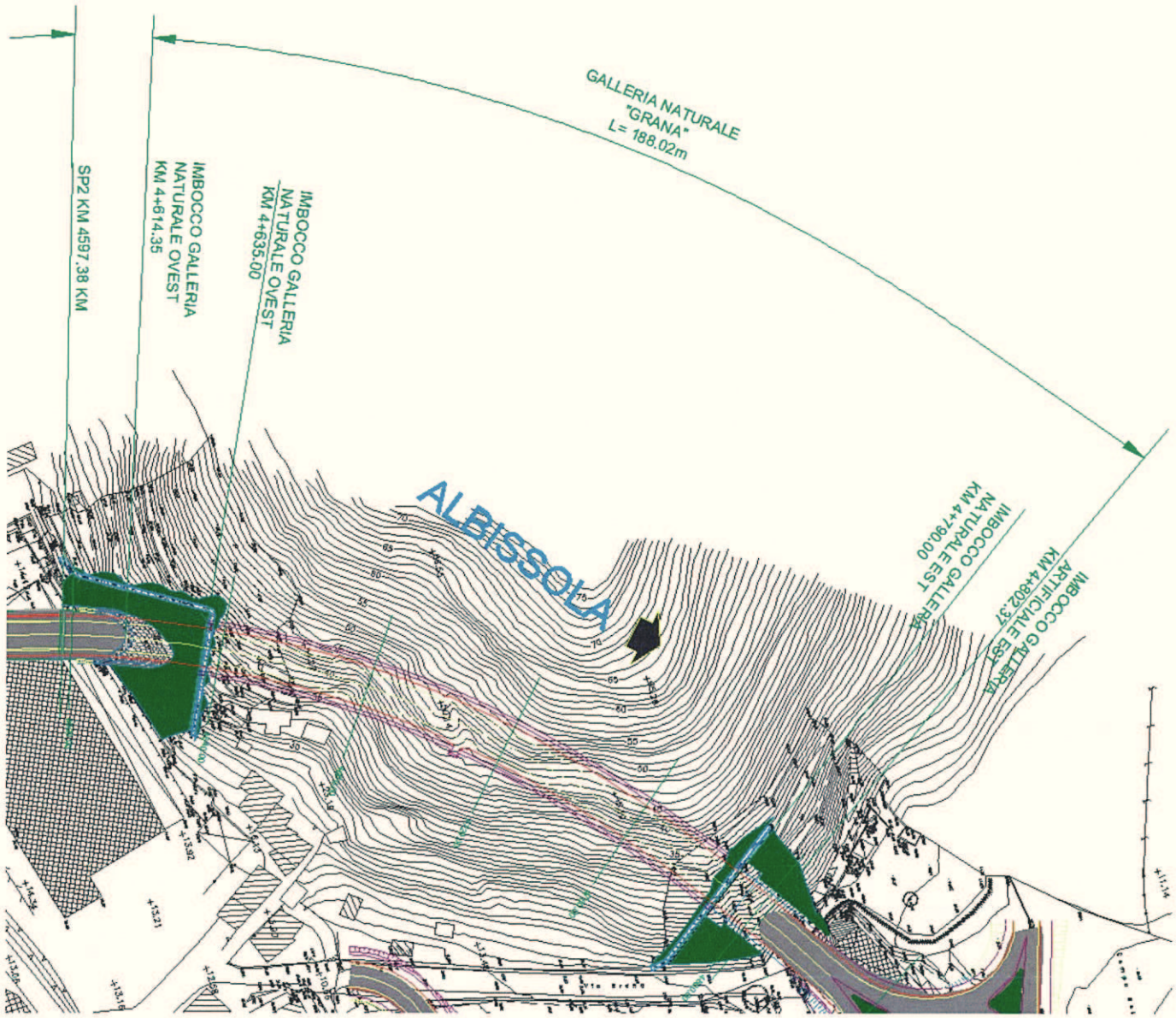


Fig. 3-18 Galleria Grana - Planimetria

Sono stati ottimizzati gli imbocchi della naturale per evitare condizioni di parietalità (scavo in tradizionale), e interferenza.

3.1.12 *svincolo Sansobbia e viadotto Sansobbia*

Il viadotto Sansobbia consta di un viadotto esistente e dell'allargo, verso monteSi tratta di un allargamento di un viadotto esistente (viadotto di via Pertini).

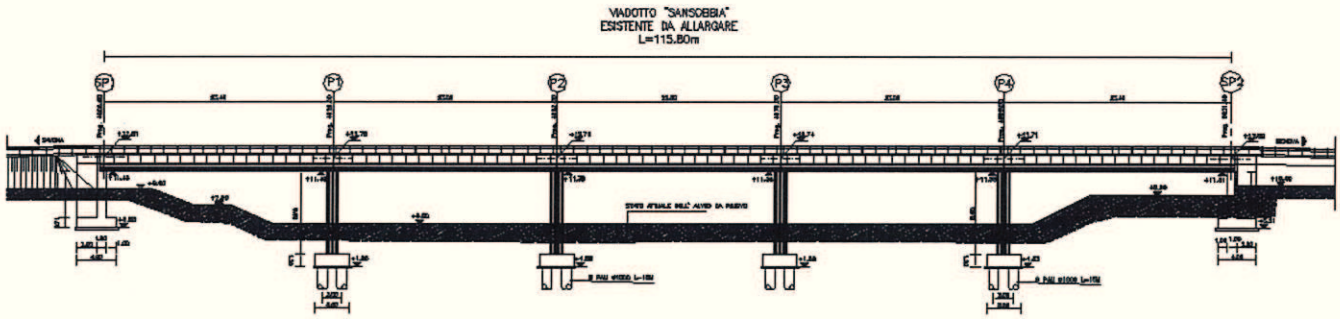


Fig. 3-19 Prospetto viadotto Sansobbia.

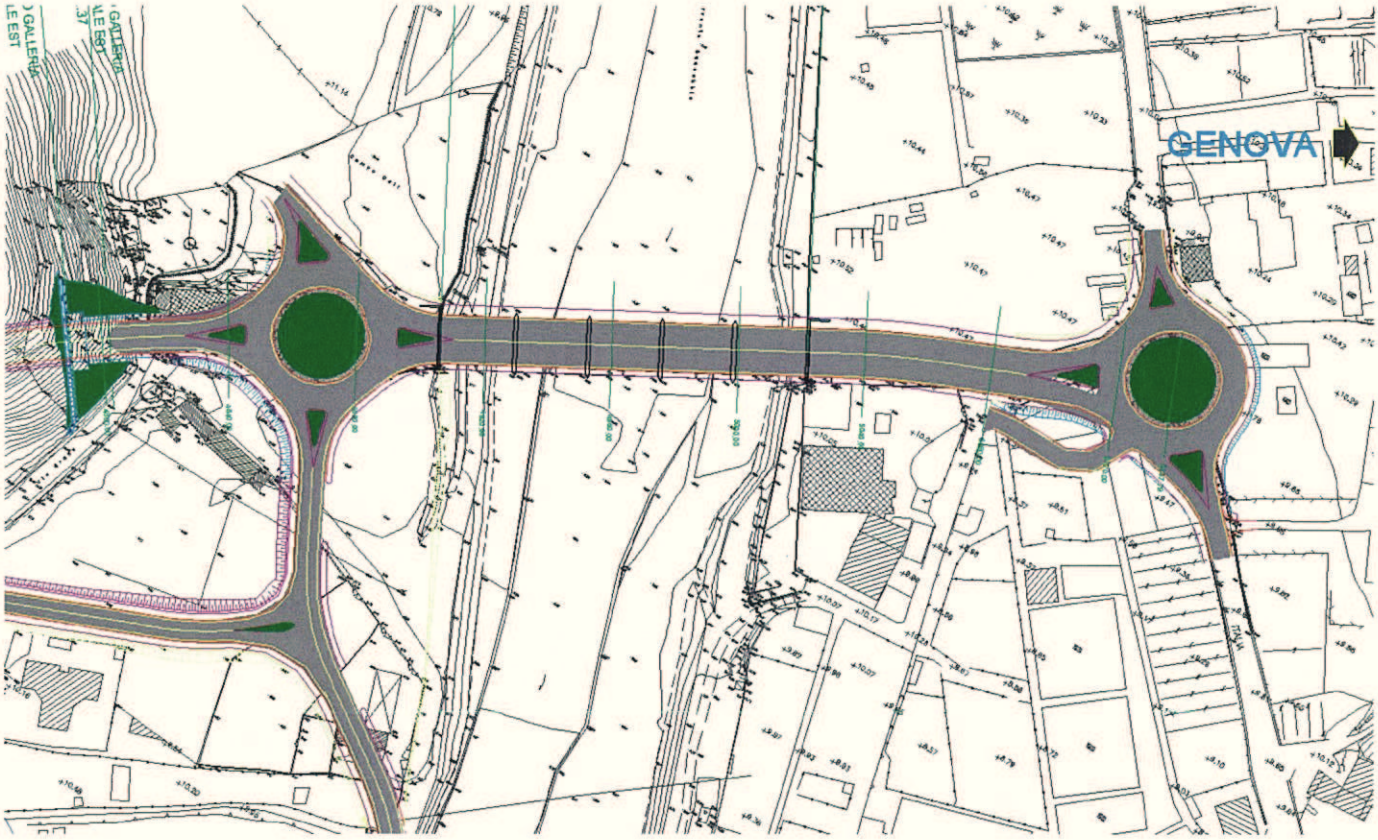


Fig. 3-20 Planimetria dello sincolo Sansobbia.

In questa area la Variante Aurelia si collega, al sistema di accesso alle Albissole in prossimità dello svincolo autostradale. Al fine di minimizzare l'impegno di territorio, senza nel contempo penalizzare la funzione dell'Aurelia bis, è stato progettato un unico svincolo posto idealmente a cavallo del torrente che si collega ai due estremi con la viabilità ordinaria.

Il preliminare prevedeva due svincoli a livelli sfalsati, alle estremità del ponte sul torrente, opportunamente adeguato ad una sezione a 4 corsie. La sistemazione, pur producendo nel suo complesso buoni livelli di servizio, è stata giudicata maggiormente adatta a livelli di viabilità superiori a quella suburbana ed urbana di scorrimento; infatti il layout preliminare presentava delle forme ed ingombri "fuori scala" rispetto al contesto di inserimento, peraltro caratterizzato dalla sovrapposizione tra le viabilità urbana locale, e di scorrimento.

In fase di progettazione definitiva è stata studiata e messa a punto una soluzione che risolve il collegamento alla viabilità esistente attraverso rotatorie, al fine di incrementare l'utilizzo del ponte alla viabilità locale e perseguire un migliore inserimento dell'infrastruttura nel contesto.

Nella fase di progettazione esecutiva è stata apportata una variante planimetrica per consentire il traffico anche nelle fasi realizzative sull'attuale viadotto Sansobbia e ottimizzazioni strutturali del viadotto Sansobbia, ora in affiancamento all'esistente.

La tipologia è tale da produrre un inserimento assolutamente compatibile con la realtà urbana in cui si colloca. La rotatoria in destra Sansobbia collega la variante alla nuova viabilità prevista, alla viabilità di collegamento all'area artigianale, ed alle aree di sviluppo previste a nord. La rotatoria in sinistra Sansobbia, realizza il collegamento con via Saettone, prolungamento alla periferia di Albissola, di Corso Italia. Inoltre per mantenere il collegamento fornito da Corso Italia all'area a ridosso del torrente la rotatoria è stata progettata considerando un ulteriore piccolo ramo di collegamento alla viabilità di accesso dell'area limitrofa.

Nel complesso lo svincolo è in grado di svolgere le seguenti funzioni:

- Realizza il collegamento tra la viabilità urbana con la Variante, alle porte di Albissola;
- Identifica chiaramente il passaggio tra la viabilità urbana e quella suburbana, costituita dalla variante.
- Costituisce un limite di riferimento del comune di Albissola, per il quale si configura come una zona di ingresso al centro abitato.

Il nuovo ponte con le due rotatorie sono configurati in modo da potere assolvere anche funzioni di viabilità urbana.

La zona interessata dallo svincolo rappresenta un nodo di distribuzione del traffico ai vari livelli di viabilità, urbana, suburbana ed autostradale.

4. ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO

4.1. CENSIMENTO DEGLI EDIFICI ED INTERFERENZE

Il censimento degli edifici è stato condotto su tutti gli edifici in asse o limitrofi al tracciato stradale.

Il censimento ha interessato più di 70 edifici/strutture, così distribuite:

Galleria Grana 2

Galleria Basci 6

Galleria San Paolo 41

Galleria Cappuccini 16

Si sono censiti i seguenti dati:

- tipologia dell'edificio (se civile abitazione, villa storica, garage, muro, baracche ecc.)
- n. piani fuori terra
- n. piani interrati
- Struttura (se in c.a., legno, cap, muratura)
- tipologia fondale (se diretta o profonda)
- progressiva
- distanza dall'asse stradale
- Quota terreno (del Piano terra)
- Quota progetto

Alle analisi sopra fatte, in particolare la tipologia dell'edificio e numero piani struttura ecc, sono stati definiti :

- livello di studio (da A a D) A massimo;

- Affidabilità dei dati, (indicando se da sopralluogo/foto, da foto aeree ecc.)

Dal momento che gran parte del tracciato dell'Aurelia Bis si sviluppa all'interno di aree fortemente urbanizzate, ed a causa della complessa configurazione orografica del territorio interessato dall'opera, numerosi palazzi ed edifici risultano direttamente o indirettamente interferiti dalle operazioni di scavo delle diverse gallerie che andranno a collegare Savona con Albisola Superiore. Per tale motivo, precedentemente all'inizio delle attività di progettazione, si è reso necessario condurre un'attività di indagine storico-documentale volta alla raccolta del maggior numero di informazioni possibili circa le caratteristiche strutturali degli edifici e delle strutture interessate dai lavori.

Dall'analisi del tracciato plano-altimetrico, unitamente a diversi sopralluoghi in sito ed a esplicite richieste da parte del CIPE, si sono individuati i seguenti edifici/strutture per cui svolgere questa attività di ricerca, di cui, taluni, non evidenziati nelle precedenti fasi di progettazione:

- via Mignone 18 - Savona;
- via Mignone 23, 25 – Savona;
- via Mignone 24,26 – Savona;
- via Famagosta 18 – Savona (edificio AIAS);
- muro di contenimento ad arco – via Famagosta – Savona;
- via Turati 2 – Savona;
- via Turati 4D – Savona;
- via Scotto 1 – Savona;
- via Scotto 2 – Savona;
- via Scotto 3 – Savona;
- via Scotto 5 – Savona;
- Capannone F.lli Bertone – via Grana 21 – Albisola Superiore;

Nelle figure seguenti sono individuati in planimetria gli edifici di cui sopra:

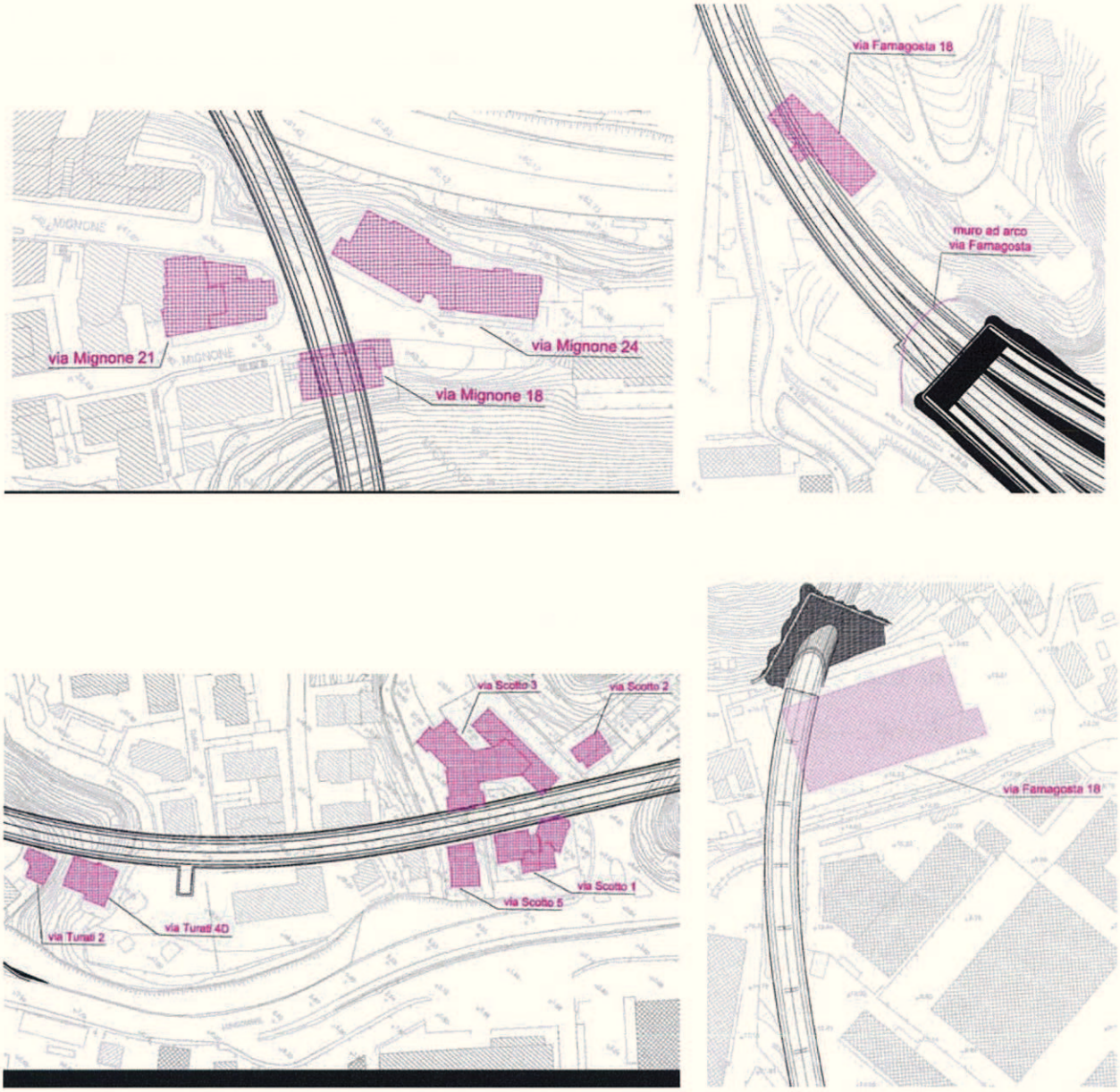


Fig. 4-1 Inidividuazione planimetrica edifici indagati

L'attività di ricerca si è composta innanzitutto di una presa di contatto con l'Ufficio Cementi armati della Provincia di Savona al fine di verificare il deposito presso i loro archivi degli elaborati progettuali strutturali relativi ai diversi edifici. Purtroppo questa strada non è risultata percorribile dal momento che tutti i palazzi/strutture sono stati realizzati precedentemente al trasferimento alle Amministrazioni Provinciali della delega sulle costruzioni in C.A. del 1 Gennaio 1972. Di conseguenza si è passati all'analisi dei documenti precedentemente depositati presso il Catasto di Savona ed attualmente conservati presso la Prefettura di Savona. Questa documentazione, risalente effettivamente al periodo di costruzione degli edifici, risulta tuttavia molto limitata, in quanto comprendente solo il materiale sopravvissuto alle numerosi alluvioni che hanno interessato l'edificio del catasto in cui erano precedentemente conservati. Anche in questo caso la ricerca non ha dato gli esiti sperati.

Il passo successivo è stato di contattare direttamente i proprietari/amministratori di condominio, tuttavia solo nel caso del capannone di via Grana 18 si è riusciti ad ottenere degli elaborati, sebbene di tipo architettonico e non strutturale.

Per il civico 18 di via Famagosta è stato interpellato anche il progettista, ma senza esito.

In ultima istanza si è interpellato il Comune di Savona nel cui ambito sono localizzati la maggior parte degli edifici di interesse. Presso l'archivio dell'Ufficio Urbanistica sono stati in effetti reperiti gli elaborati progettuali consegnati in fase di richiesta di concessione edilizia. Trattasi tuttavia nella maggior parte dei casi di elaborati di tipo architettonico e non strutturali, utili quindi per avere informazioni generali sugli ingombri planimetrici e sulla posizione delle strutture portanti, ma non per questo esaustivi. Solamente per il muro di contenimento di via Famagosta, in quanto realizzato direttamente dal Comune a fine anni '70, è stato possibile recuperare gli elaborati progettuali strutturali.

Altre opere in interferenza indiretta dagli scavi risultano:

- gallerie autostradali

- galleria ferroviaria M.te Pasasco

I primi, interpellati, non hanno fornito indicazioni sullo stato delle strutture, i secondi, RFI di Genova, ha dato il massimo supporto fornendo disegni di dettalio e di contabilità delle opere.

Contemporaneamente all'attività di indagine storico-documentale sopra descritta sono stati attivati i contatti con i diversi enti e soggetti interessati dal tracciato della nuova opera. Di seguito i diversi soggetti con cui sono stati organizzati incontri, riunioni e sopralluoghi volti alla definizione di possibili migliorie al progetto ed alla risoluzione di problematichee interferenze non emerse o non affrontate a livello di progettazione definitiva.

- Comune di Savona;
- Comune di Albisola Superiore;
- Comune di Albissola Marina;
- Provincia di Savona;
- Acquedotto di Savona SpA;
- Autostrade per l'Italia SpA;
- BT Italia;
- Enel Distribuzione SpA;
- Enel Sole SpA;
- Italgas;

- Società ESI SpA;
- Società Funivie San Giuseppe SpA;
- Società Golf "La Filanda";
- RFI – Rete Ferroviaria Italiana;
- Telecom Italia SpA;
- Wind Telecomunicazioni SpA;

Fra le interferenze, a Settembre 2010, con relativa nota del Comune, presso l'imbocco Grana Est viene posto il vincolo di tutela ad una quercia monumentale.

Per la descrizione delle attività condotte relativamente all'individuazione ed alla risoluzione delle interferenze si rimanda allo specifico capitolo.

In seconda fase, dopo le risultanze dell'attività di verifica della progettazione basate su nuove risultanze e aggiornate all'effettivo stato dei luoghi, si sono individuate ulteriori interferenze interessate dagli studi e che hanno influito nelle scelte di tracciato qui presentato.

4.2. ARCHEOLOGIA

Le indagini archeologiche, propedeutiche alla definizione di vincoli esecutivi o del cronoprogramma nell'esecuzione dei lavori, sono state condotte per conto di ANAS Compartimento di Genova.

Lo studio archeologico ha previsto, da esplicita richiesta del CIPE in sede di finanziamento:

- Una analisi preliminare di rischio archeologico del 2009 redatta per conto di ANAS dalla cooperativa archeologica di Firenze. In tale elaborato, successivamente ad un inquadramento storico cartografico toponomastico dell'area in esame, viene riportato l'esito di alcune ricognizioni di superficie volte ad identificare siti di interesse archeologico che possano interferire con il tracciato. Ricevuta dall'ATI con Prot. CGE-005827-P del 03/06/2010. L'elaborato in questione è inserito in allegato 1.

- indagini preliminari integrative di rischio archeologico del 2010, redatto sempre per conto di ANAS dalla operativa archeologica di Firenze, in cui sono state approfondite le criticità individuate durante la precedente fase conoscitiva, mediante rilievi di dettaglio anche con strumentazione geofisica (georadar). Ricevuto dall'ATI da ANAS con prot.CGE-008750-P del 30/08/2010. Tale elaborato è inserito in allegato 2.

Relativamente agli approfondimenti, sono in corso le necessarie verifiche con la Sovrintendenza dei Beni Archeologici.

Le risultanze sono state accorpate negli elaborati di progetto per completezza.

Viene presentata anche una integrazione 2010 (Settembre) sull'area Grana ed in via Schiantapetto.

In quest'ultima si rileva un muro post-medievale in diretta interferenza con il tratto di strada in progetto.

Sono in corso incontri con la sovrintendenza per risolvere questa ulteriore interferenza (UT7 area R4), presenta un muro con necessità di assistenza archeologica agli scavi.

Il sito R1 può interferire con l'antica viabilità romana e quindi viene consigliata l'assistenza da parte di archeologi durante gli scavi.-

Per le zone 'boschive' viene indicata 'cautela' in quanto le indagini non sono riuscite ad addentrarsi nella vegetazione.

In conclusione, dalle indagini archeologiche risultano alcuni indizi di possibile interferenza, dove viene 'suggerita' la presenza di tecnico archeologico specializzato prima di effettuare scavi o variazione dei luoghi.

L'approfondimento ha di fatto evidenziato una interferenza, R4-UT7, muro post-medievale, in interferenza indicativamente, dalla progressiva 285 alla 310. "Indicativamente" nasce dal fatto che gli archeologi hanno evidenziato il muro localmente, è presumibile continui al di sotto delle vegetazione o parzialmente/totalmente sepolto.

Da una verifica delle quote il muro risulterebbe, salvo nuovi rinvenimenti, sottostante la nuova livelletta, quindi verrebbe sepolto dalle opere senza cambiarne la fisionomia.

Si è in attesa di conoscere le procedure, i vincoli e le attività da porre in essere dalla Sovrintendenza Archeologica per queste emergenze.

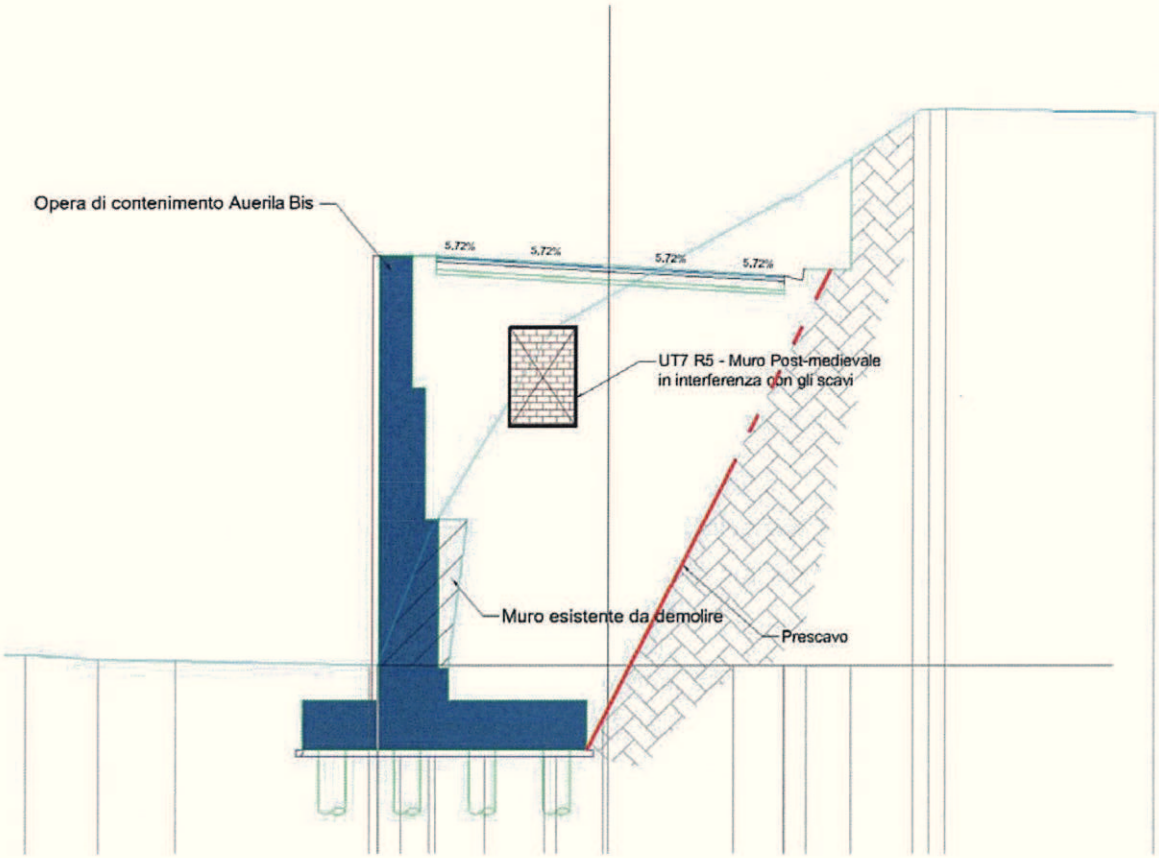


Fig. 4-2 Interferenza del muro post-medievale UT7 R4.

4.3. TOPOGRAFIA E RILIEVI

Sono stati condotti rilievi celerimetrici di dettaglio nelle aree di svincolo, di imbocco, aree interessate dai viadotti e quant'altro di interesse 'esterno' con le opere di progetto.

Sostanzialmente si nota un buon collegamento con i rilievi precedenti, anche se commisurati a livelli di progettazione inferiore.

I vertici di appoggio sono i medesimi forniti da PD.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel periodo Marzo-Maggio 2010 si è provveduto alla realizzare una campagna d'indagine geognostica per la progettazione esecutiva, ad integrazione delle campagne precedenti.

Tale campagna d'indagine risulta costituita da n.19 sondaggi a carotaggio continuo, ed è stata mirata alla descrizione e parametrizzazione geomeccanica dei terreni e degli ammassi rocciosi interessati dalle opere, con controllo del RQD di sondaggio, e prelevamento di campioni indisturbati profondi (zona galleria) da sottoporre a prove di laboratorio, misure di permeabilità, e di falda.

In totale la lunghezza di perforazione dei sondaggi ammonta a circa 720.00m, sono stati prelevati n.77 campioni per la massima parte indisturbati e/o semidisturbati da carota. Sono stati posizionati n.12 piezometri a canna aperta, per una lunghezza totale di 475.00m.

Durante la perforazione sono state eseguite in avanzamento n.39 prove SPT, ed eseguite n.10 prove di permeabilità(n.2 con il metodo di Lefranc e n.9 con il metodo di Lugeon).

Si sono operati n.12 rilievi geomeccanici strutturali di superficie preferibilmente nelle zone prospicienti gli imbocchi delle gallerie.

Si sono fatti n.2 prelievi di campioni d'acqua uno in foro di sondaggio attrezzato con piezometro (SG6/2010 zona Miramare), l'altro direttamente in falda in pozzo privato nella zona del Torrente Grana. Tali campionamenti si sono resi necessari al fine di conoscere l'aggressività dell'acqua.

In affiancamento è stata realizzata una campagna geofisica con l'esecuzione di n.14 stendimenti sismici a rifrazione con elaborazione tomografica sia delle onde di pressione "P" sia di quelle di taglio "S" per un totale di ca.948.00m di stendimento sismico.

I dati sono stati poi rielaborati criticamente con i la base dati precedentemente acquisita dalle fasi di progettazione.

Le indagini eseguite, nonostante le difficoltà operativein area urbana e l'impossibilità di poter indagare in ogni luogo, sotto la diretta sorveglianza e direzione di SGAI, hanno consentito di rinvenire RQD prossimi a quelli d'ammasso, con minimo disturbo. Ciò ha evidenziato una condizione d'ammasso, genericamente, migliore in profondità, ove l'ammasso non risente dello strato alterato o decompresso di superficie.

5.1. *INDAGINI NON DISTRUTTIVE*

A seguito delle risultanze dalle indagini documentali e delle verifiche progettuali poste in essere in questa fase si sono rese necessarie delle indagini geognostiche non distruttive sui materiali al di sotto delle fondazioni e sulle tipologie fondali di alcuni edifici interferenti per effetti tenso deformativi con gli scavi.

Gli accessi ai luoghi e le pratiche autorizzative sono in corso. Scopo delle indagini è di confermare gli esiti delle indagini storico documentali e le implementazioni su modello effettuate.

. problemi di prima classificazione per RQD manifestamente bassi rispetto a quanto visibile in zona

. necessità di approfondimento nelle aree di imbocco anche in relazione alle nuove metodologie proposte

. nuove prove per connotare caratteristiche dei materiali per tbm

. prove per connotare il riutilizzo del materiale

6. GEOTECNICA GENERALE

Tutti dati dalle indagini di PE e precedenti sono stati riassunti ed elaborati criticamente.

La prima distinzione è stata fatta in funzione delle formazioni geologiche di appartenenza, per poi connotare da un punto di vista geotecnico e geomeccanico i litotipi o ammassi rocciosi incontrati fino a giungere alla parametrizzazione sia in ambiti geotecnici (intervalli) sia per i valori caratteristici da impiegare a seconda della verifica da adottare.

Si sono connotate geologicamente, faglie regionali o comunque con elevata persistenza che portano ad un forte degrado dell'ammasso localmente, maggiormente accentuato nei primi metri, (ammasso alterato), ove il detensionamento e l'azione di degrado per le acque di percolazione è maggiore. La persistenza comporta la presenza in profondità di tratti locali con alta fratturazione, presenza d'acqua ed un degrado geomeccanico generalizzato.

Rimandando per ulteriori dettagli alla relazione specialistica si evidenziano qui gli esiti delle elaborazioni dei dati e raffronto con le nuove risultanze a seguito della campagna di indagine di dettaglio effettuata.

Nel corso di questa fase critica si sono infatti rilevati elementi di contrasto.

Risulta rilevante il comportamento geomeccanico dell'ammasso, in particolare la connotazione a livello locale del comportamento dell'ammasso superficiale ed in profondità:

le indagini di PE hanno evidenziato una qualità d'ammasso molto scadente a livello superficiale, nei punti di indagine corrispondenti alle criticità di tracciato (via Mignone, via Scotto ecc.), ed un sensibile miglioramento delle caratteristiche dell'ammasso non alterato, (rqd, grado di alterazione, ecc), in profondità. Il quadro geotecnico-geomeccanico di PD, infatti, appare più uniforme, mostrando caratteristiche omogenee con la profondità (si noti RQD, PLT, ecc.).

Questo è localmente emerso in alcuni passaggi critici, ma si ritiene e si stima generale, quali:

- Via Mignone;
- Cappuccini Est (ex AIAS);
- Passaggio parietale (pk 2550);
- Rio termine;
- Galleria Monte Pasasco;

Qualitativamente ciò si nota già dalle foto dei sondaggi, qui di seguito mostrate, dove è evidente il netto passaggio alterato/ammasso competente, a questo vi sono ulteriori elementi quantitativi:

- Analisi RQD% (confronto tra i dati di PD e PE);
- Analisi delle V_p da indagini sismiche di PD e di PE.

Quest'ultimo è il dato oggettivo di maggior rilievo perché misurato in sito e quindi effettivo del reale comportamento dell'ammasso.

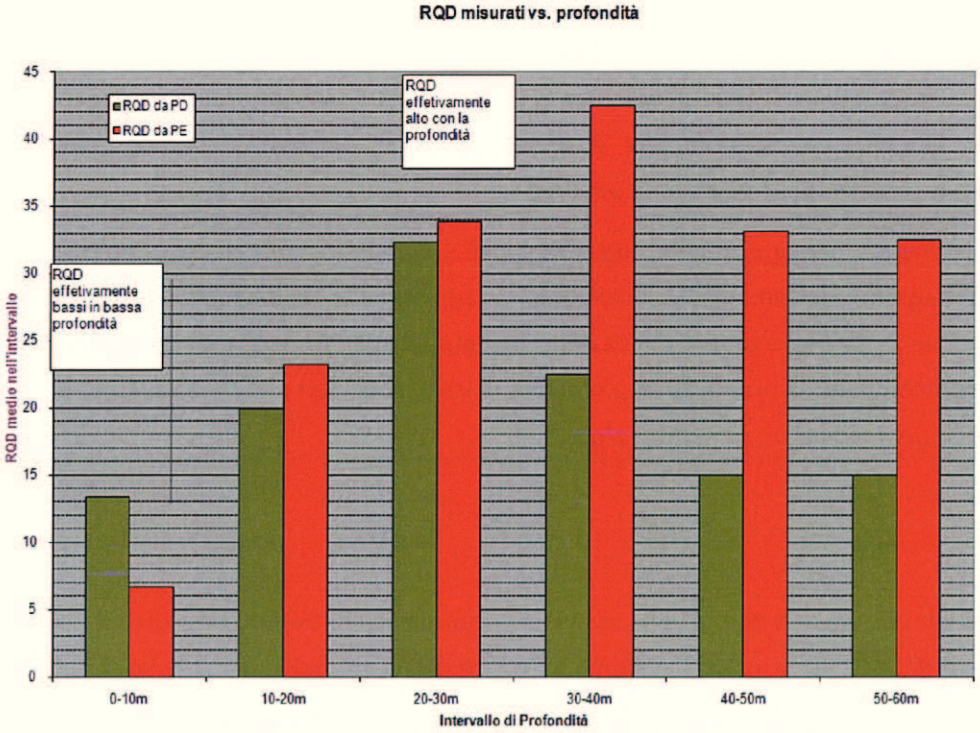
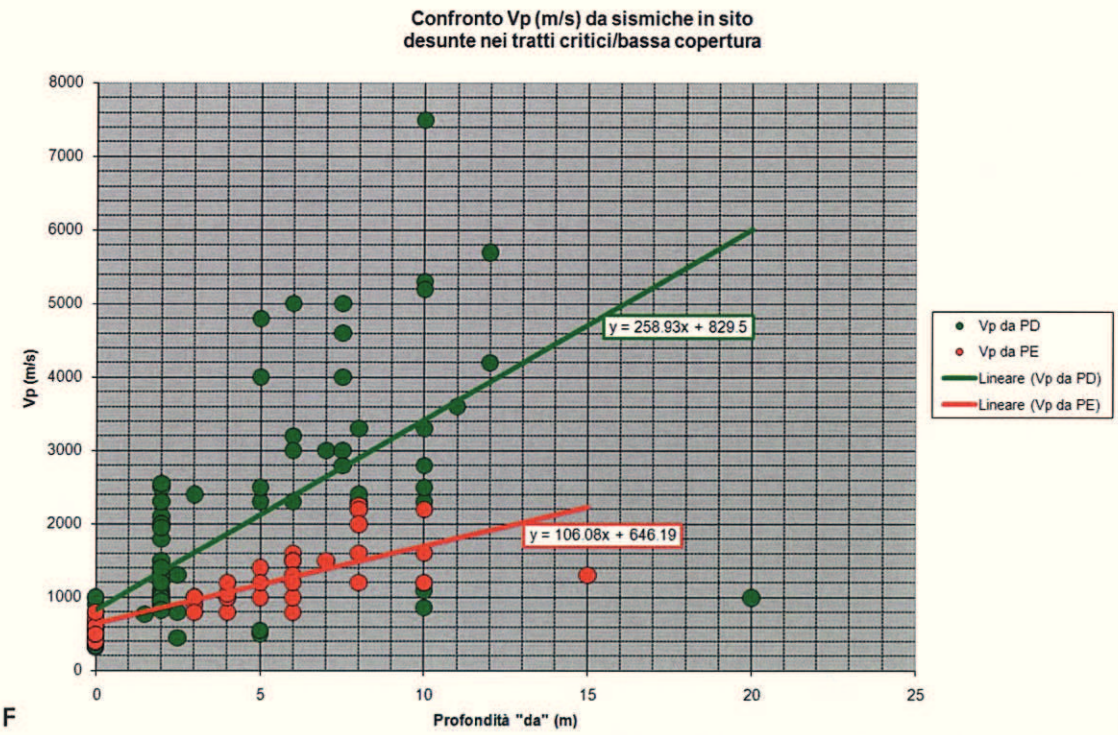


Fig. 6-1 Raffronto degli RQD medi rilevati in PD ed in PE (rosso). In PE risulta evidente l'ammasso alterato (0-10m) dall'ammasso competente con RQD medi anche superiori a 40.



F 'indicative

dell'ammasso alterato). Si nota in PE, sulle lineazioni indagate, Vp, ammasso più scadente nelle caratteristiche di deformabilità (e, si deriva, anche di resistenza).

Il dato più oggettivo che riporta questa discordanza proviene dall'elaborazione e raffronto delle sismiche di PE e PD. Queste, infatti, denotano univocamente il comportamento d'ammasso in situ, senza disturbo arrecato dalle operazioni di perforazione e/o da applicazioni di leggi empiriche.

In particolare ciò si evidenzia nei punti critici maggiormente indagati (Via Mignone, Cappuccini Est (ex AIAS), Rio termine, Galleria Monte Pasasco e solo in profondità (>15 m) le caratteristiche geomeccaniche migliorano indicando un passaggio netto al substrato roccioso "sano", come evidenziato dallo studio degli RQD.

Tale concetto risulta evidente con l'elaborazione delle prove triassiali su campioni di roccia.

6.1. NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

6.1.1 Generalità sul metodo

La caratterizzazione geomeccanica degli amassi rocciosi è stata indagata mediante l'applicazione del criterio di rottura non lineare di Hoek-Brown1, la cui formulazione è la seguente :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s\right)^a$$

dove:

σ_1 , σ_3 = tensioni principali,

σ_{ci} = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta,

m_b, s = parametri di resistenza del criterio di rottura non lineare,

a = esponente,

in cui, per indice GSI=100, con la posizione $m_b = m_i$, si ricava anche il valore σ_{ci} della resistenza a compressione monoassiale assegnabile alla roccia "integra".

Attraverso il programma RocLab, servendosi delle correlazioni sperimentali che legano l'indice GSI ai parametri che definiscono la resistenza dell'ammasso roccioso secondo il criterio di rottura non lineare Hoek-Brown:

$$m_b = m_i\, e^{\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right)}$$

$$s = e^{\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right)}$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{-\frac{GSI}{15}} - e^{-\frac{20}{3}}\right)$$

dove D rappresenta il coefficiente che può essere inserito per tenere conto del grado di disturbo apportato all'ammasso roccioso dalla tecnica di abbattimento prescelta (per valutare le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso allo stato naturale dovrà essere D=0), si possono ottenere i valori dei parametri di resistenza dell'ammasso roccioso al variare dell'indice di classificazione GSI.

Volendo risalire ai parametri di resistenza (φ,c) del criterio di rottura lineare Mohr-Coulomb:

---

1 HOEK E., DIEDERICHS M.S., CORKUM B. – "Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition", Proc. North American Rock Mechanics Society – Meeting in Toronto, 2002.

$$\sigma_1 = \lambda\sigma_3 + 2c\sqrt{\lambda}$$

con:

$$\lambda = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$$

che meglio approssimino l'andamento curvilineo della curva del criterio di rottura non lineare H-B occorre considerare l'intensità del campo geostatico a cui si svolge la correlazione, cioè, ipotizzando che il campo geostatico naturale sia funzione del peso proprio di ammasso e della profondità, è necessario fissare intervalli rappresentativi degli spessori di copertura presenti lungo il tracciato in sotterraneo.

Servendosi poi delle relazioni empiriche che legano prima il modulo elastico della roccia madre allo stato integro alla propria resistenza a compressione monoassiale:

$$E_i = MR\ \sigma_{ci}$$

e, quindi, il modulo di deformazione dell'ammasso roccioso al valore del modulo elastico ed al valore dell'indice di classificazione GSI:

$$E_{rm} = E_i \left[0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\left(\frac{60+15D-GSI}{11}\right)}} \right]$$

si ricavano i valori dei parametri geomeccanici di deformazione al variare dell'indice GSI.

Sulla base dei dati disponibili, provenienti dai sondaggi geognostici, dai rilievi geostrutturali e dalle prove in sito ed in laboratorio, per ogni tipologia di ammasso e di grado di fratturazione/alterazione è stata operata una classificazione con l'indice GSI.

Dalle prove di laboratorio si sono ricavate le informazioni necessarie per la definizione della resistenza meccanica σci della roccia intatta.

In particolare le prove di resistenza PLT, eseguite nel corso della campagna geognostica 2001 di Progetto Definitivo, sono state considerate attinenti ad ammassi nelle migliori condizioni geomeccaniche prospettabili in quanto si ritiene essere eseguite, almeno nella maggior parte, su spezzoni integri dell'ammasso. Le prove PLT, inoltre, sono eseguite su campioni di modeste dimensioni, come da normativa ISRM, e quindi il valore di resistenza registrato è meno influenzato dal fattore scala del provino. In tutti i casi, le PLT, eseguite sui campioni di carotaggio, sicuramente sottostimano la resistenza a compressione della "roccia intatta", in quanto persistono, alla dimensione del campione, superfici di debolezza (in particolare la scistosità), sebbene il fattore scala in tal caso sia meno influente.

I valori di σ_{ci} desumibili dalle prove PLT sono compresi fra circa 50Mpa e 250Mpa. Questi valori si allineano con i parametri di bibliografia proposti dagli autori (Hoek *et alii*) per litotipi della stessa natura, ovvero:

gneiss

σ_{ci} = 100.00 – 250.00 MPa

Con $m_i = 28 \pm 5$

anfiboliti

σ_{ci} = 100.00 – 250.00 MPa

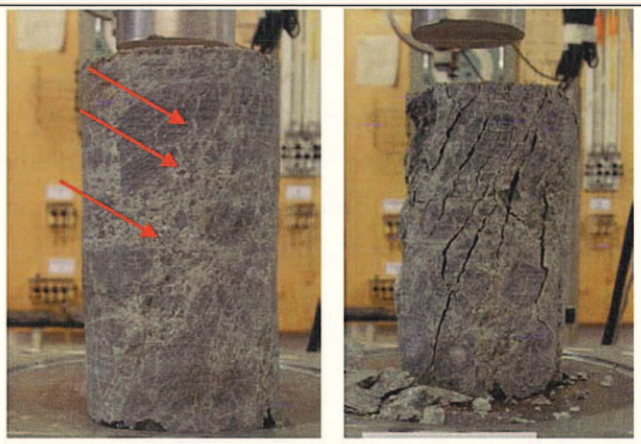
Con $m_i = 26 \pm 6$

Le prove di compressione monoassiale su roccia di PE hanno registrato valori di resistenza a compressione sensibilmente minori (da 0.23Mpa fino a valori massimi di 68.28Mpa) con rotture controllate in maniera evidente da piani predefiniti; l'analisi dei campioni dimostra questo comportamento.

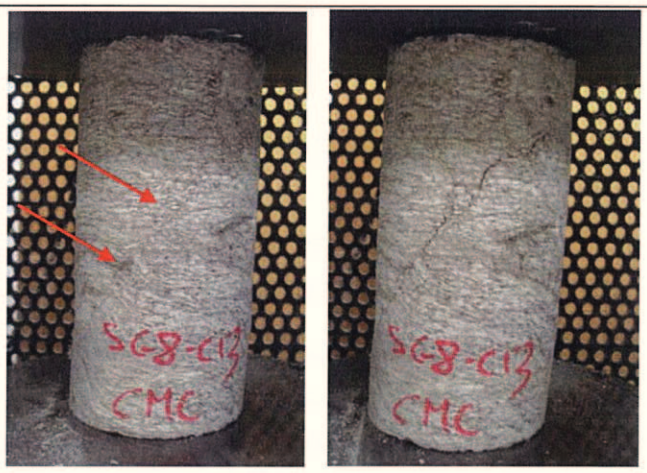
Esaminando, infatti, le foto dei provini di laboratorio pre e post rottura si osserva che le superfici di rottura si instaurano lungo piani preferenziali di discontinuità e scistosità, insiti alla scala del campione. Pertanto i valori di resistenza registrati si ritengono rappresentativi non del materiale "roccia intatta" ma di un ammasso roccioso interessato da superfici di discontinuità (scistosità e fratturazione) già presenti alla scala del provino di laboratorio.

6.1.2 *Analisi e Interpretazione dei risultati*

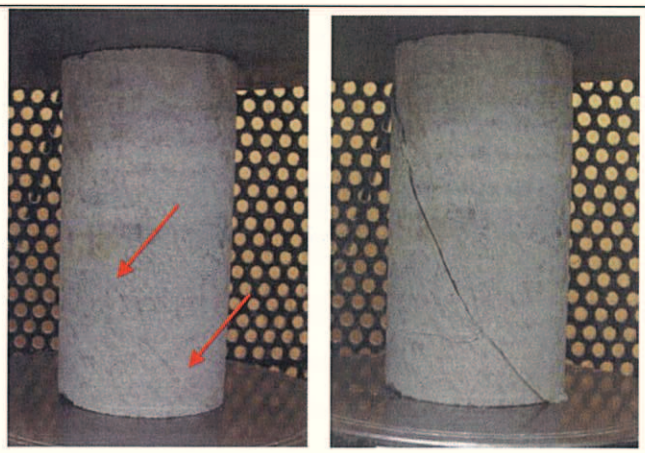
I campioni che hanno registrato i valori minimi evidenziano chiaramente la rottura lungo piani predefiniti. Ad esempio:



SG7 CI2: 13.6-14.4m. σ_{ci} =1.9Mpa

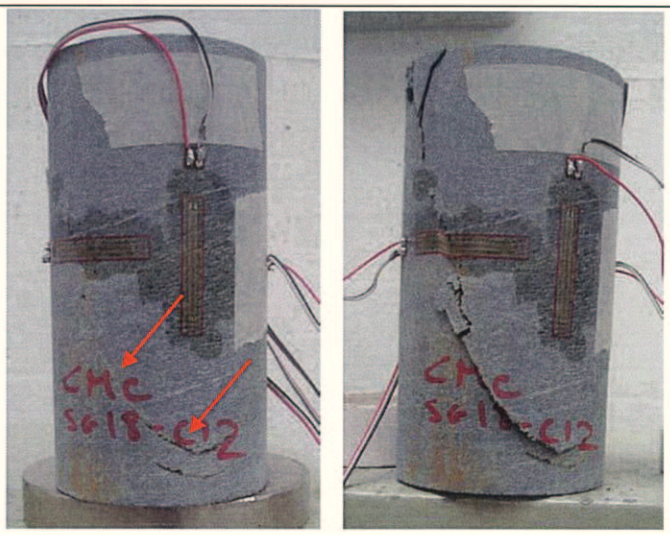


SG8 CI3: 37.2-38.00m. σ_{ci} =4.53Mpa



SG10 CI4: 39.0-40.50m. σ_{ci} =0.84Mpa

Anche quando sono stati registrati valori di resistenza più elevati (50-60Mpa) in provini dove la scistosità o piani di debolezza sono o meno evidenti o non nella condizione peggiorativa, la rottura avviene lungo linee di debolezza comunque già insite alla scala del campione, il che indica valori di resistenza del materiale "roccia intatta" sicuramente maggiori.



SG18 C2: 21.0-21.60m. σ_{ci} =57.18Mpa

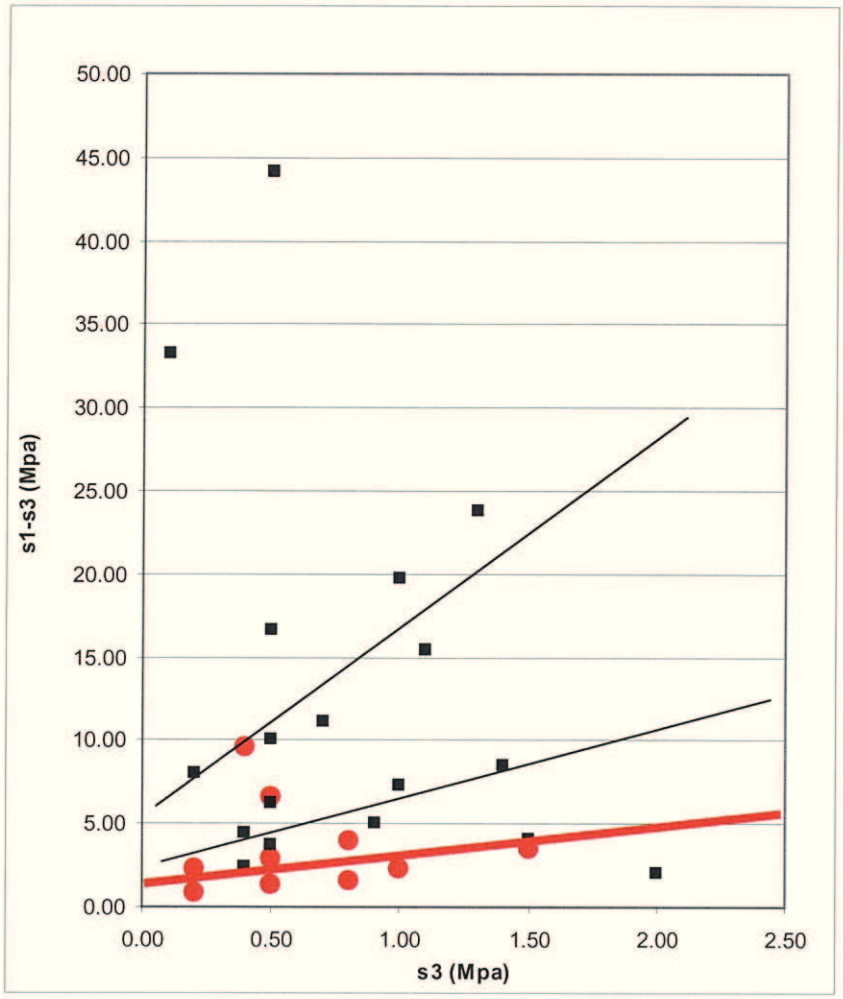
In altri termini i dati sperimentali di PE hanno mostrato, alla scala del campione, un comportamento interpretabile sperimentalmente non come "roccia intatta" ma già come "ammasso" (con valori GSI inferiori a 100).

Tale aspetto è dovuto alla presenza insita nel campione di laboratorio di micro debolezze e scistosità riconducibili alla storia tenso – deformative del materiale ed alle alterazioni sui piani di discontinuità.

L'alterazione superficiale ad opera degli agenti esogeni intensifica a basse coperture la presenza di micro discontinuità nel materiale roccia e la destrutturazione delle componenti mineralogiche caratteristiche, aspetti questi che abbattono ulteriormente in superficie le caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale (già a scala di campione).

Le prove triassiali su roccia di PE, particolarmente indicative per descrivere le proprietà geomeccaniche in condizioni di confinamento, mostrano due chiare e differenti risposte del materiale in funzione della profondità del provino:

- a basse coperture (<16m) si registrano a rottura sforzi deviatorici modesti (<10Mpa);
- a coperture maggiori (>16m) gli sforzi deviatorici aumentano sensibilmente con valori superiori anche a 30Mpa, in condizioni di confinamento simili.



Provini TX prof.<16m

Provini TX prof.>16m

6.2. CONCLUSIONI

- generalmente si è notato che l'ammasso alterato nei tratti indagati (passaggi critici a bassa copertura o interferenze) ha caratteristiche geomeccaniche più scadenti di quanto prevedibile.

- in profondità, l'ammasso competente, mostra buone caratteristiche, raffrontate con quanto noto si può affermare generalmente 'migliorative' a meno di tratti locali, o per condizione di fatturazione o di falda.

- nei tratti corrispondenti a zona fagliate, dove la fratturazione e alterazione dell'ammasso è elevata, anche in profondità, sono da prevedersi condizioni peggiorative, in linea con quanto emerso per l'ammasso di superficie e l'alterazione della "roccia" in sé.

7. IDROLOGIA E IDRAULICA

Il tracciato stradale si sviluppa prevalentemente in galleria, pertanto le problematiche idrauliche, connesse con la progettazione delle infrastrutture stradali, possono essere distinte in funzione delle caratteristiche altimetriche del tracciato.

Per i tratti in cui il tracciato si svolge all'aperto le problematiche sono connesse alla risoluzione delle interferenze del tracciato stradale con il reticolo idrografico (definizione, progettazione e verifica delle opere di attraversamento e degli interventi di protezione delle opere d'arte e del corpo stradale nei confronti delle azioni di trascinamento ed erosione esercitate sulle stesse dalla corrente idrica) ed al drenaggio di linea, cioè relative alla raccolta ed all'allontanamento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale.

I principali aspetti analizzati sono:

- le soluzioni progettuali adottate per la risoluzione delle interferenze del tracciato stradale con il reticolo fluviale;
- le protezioni attorno alle pile dei viadotti quale protezione allo scalzamento;
- la descrizione, il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma ed il loro trattamento nelle vasche di prima pioggia.

7.1. *SISTEMAZIONI FLUVIALI*

Per la morfologia del territorio nei tratti all'aperto il progetto prevede, almeno per l'asse principale della SS 1 Aurelia, lunghi tratti in galleria limitando i rilevati alle rampe di svincolo e ad alcuni altri brevi tratti che si svolgono all'aperto, che si limitano, con riferimento alle progressive dell'asse principale, ai seguenti cinque tratti:

- il tratto compreso tra la progr. Km 0+000 e la progr. Km 0+450, comprendente lo svincolo Letimbro, l'attraversamento dell'ambito del torrente Letimbro ed il tratto di approccio alla la galleria Cappuccini;
- il tratto compreso tra la progr. Km 1+600 e la progr. Km 1+760, in cui trova ubicazione, tra la stessa galleria Cappuccini e la galleria San Paolo, lo svincolo Miramare;
- il tratto compreso tra la progr. Km 3+780 e la progr. Km 3+860, corrispondente all'attraversamento del Rio Basci, che si colloca tra la galleria San Paolo e la galleria Basci;
- il tratto compreso tra la progr. Km 4+375 e la progr. Km 4+620, corrispondente al viadotto Grana, che si colloca tra galleria Basci e la galleria Grana;

- il tratto compreso tra la progr. Km 4+795 e la progr. Km 5+136, ubicato a cavallo dell'attraversamento del torrente Sansobbia.

Pertanto le problematiche idrauliche relative all'interazione del tracciato stradale con il reticolo idrografico, inteso come potenziale modifica delle condizioni di deflusso della corrente idrica prodotta dalla realizzazione della nuova infrastruttura, si limitano agli attraversamenti dei corpi idrici rappresentati dal torrente Letimbro, dal Fosso nello svincolo Letimbro, dal Rio tombinato dello svincolo Miramare, dal Rio Basci, dal Rio Grana e dal torrente Sansobbia.

Le soluzioni progettuali sono state perciò mirate ad assicurare, nelle diverse possibili condizioni di deflusso, legate alle caratteristiche del regime idrologico, di tipo torrentizio, dei corsi d'acqua interessati, la necessaria "trasparenza" idraulica, cioè in maniera tale da non incidere negativamente ed ostacolare il regolare deflusso delle acque.

Particolare attenzione è stata pertanto posta nel posizionamento delle spalle e delle pile del viadotto in maniera da non interferire direttamente con l'alveo di piena del torrente, al fine di evitare ogni sostanziale modifica delle caratteristiche di deflusso della corrente ed evitare quindi la possibile insorgenza di fenomeni perturbativi che possano innescare a valle azioni di erosione dell'alveo.

Per quanto attiene le sistemazioni idrauliche sono previsti interventi con gabbioni e materassi, al fine di fissare l'andamento planoaltimetrico e gli argini dei torrenti interessati dal progetto.

Letimbro

L'attraversamento del torrente Letimbro, che si verifica in corrispondenza del Viadotto La Rusca, presenta una livelletta stradale con un andamento altimetrico abbastanza alto sul piano campagna e, pertanto, non si riscontrano particolari problemi per il rispetto del franco idraulico in corrispondenza del viadotto stesso.

Sono previste opere di protezione dallo scalzamento delle pile del Viadotto La Rusca.

Fosso

È prevista la deviazione del Fosso presente nello svincolo Letimbro; tale sistemazione consiste nell'utilizzo di un tombino DN 1500 e di pozzetti di salto e deviazione. Questi pozzetti sono in cemento armato e hanno dimensioni interne nette in pianta pari a 3x3 m e altezza variabile.

Rio Tombinato

La sistemazione fluviale del Rio tombinato nella zona dello svincolo Miramare prevede il prolungamento e la deviazioni di due tubazioni esistenti (DN 800 e DN 500) che drenano la portata attesa per il bacino in esame. Per deviare l'alveo attuale sono previsti vari pozzetti in cemento armato con dimensioni interne nette in pianta pari a 2x2 m e 3x2 m ed altezza variabile.

Rio Basci

In seguito agli incontri con la Provincia di Savona, la regimazione del Rio Basci è ora in linea con le indicazioni del servizio di difesa del suolo della Provincia di Savona.

Questa sistemazione fluviale risolve l'interferenza fra il Rio Basci e il tracciato stradale di progetto ed è costituita da:

- un bacino di sedimentazione nel quale viene allargata la sezione per consentire il rallentamento della sezione e quindi il deposito delle particelle più fini;

- una briglia selettiva costituita da un'apertura che ha la funzione di operare una selezione granulometrica del materiale trasportato dalla corrente;

- un bacino di dissipazione che consente il ritorno delle condizioni della corrente allo stato uniforme, dopo il salto previsto in corrispondenza della briglia;

- uno scatolare in cemento armato che consente il passaggio del rio sotto la piattaforma stradale;

- una riprofilatura a valle dello scatolare di raccordo con l'alveo attuale.

Torrente Sansobbia - Rio Grana

Al fine di eseguire valutazioni progettuali sul Torrente Sansobbia e sul Rio Grana si è realizzato un modello idraulico monodimensionale HEC-RAS.

Tale modello ha avuto fondamentalmente la finalità di valutare:

- le implicazioni idrodinamiche determinate dall'allungamento delle pile del Viadotto Sansobbia, a seguito del suo allargamento;
- le implicazioni idrodinamiche determinate dalla riprofilatura della sponda destra, in corrispondenza della rampa F dello svincolo Sansobbia, con conseguente limitato avanzamento della stessa verso fiume;
- il livello di riferimento per la definizione delle caratteristiche dello scatolare di attraversamento del Rio Grana al di sotto della rampa F dello svincolo Sansobbia.

7.2. SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

La rete di smaltimento delle acque di piattaforma dei tratti all'aperto e dei tratti in galleria è stata suddivisa in:

Rete Letimbro

La rete di drenaggio delle acque grigie Letimbro raccoglie le acque meteoriche di piattaforma che interessano le rampe dello svincolo a monte del torrente Letimbro, il viadotto La Rusca e il tratto a monte dell'imbocco Ovest della galleria Cappuccini. Tale rete si sviluppa dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+480.

Rete Miramare

La rete di drenaggio delle acque grigie Miramare raccoglie le acque meteoriche di piattaforma che interessano l'intera galleria Cappuccini e lo svincolo Miramare. Tale rete si sviluppa dalla progressiva 0+480 alla progressiva 1+760.

Rete S.Paolo – Impianto di sollevamento

La rete di drenaggio delle acque grigie S.Paolo raccoglie le acque meteoriche di piattaforma che interessano l'intera galleria S.Paolo, e si sviluppa nel tratto a partire dalla progressiva 1+760 fino alla progressiva 3+900.

Rete Sansobbia Ovest

La rete di drenaggio delle acque grigie Sansobbia Ovest raccoglie le acque meteoriche di piattaforma che interessano la galleria Basci, nel tratto a partire dalla progressiva 3+900, il viadotto Grana, la galleria Grana, e le rampe a monte del viadotto Sansobbia, in rilevato stradale.

Rete Sansobbia Est

La rete di drenaggio delle acque grigie Sansobbia Est raccoglie le acque meteoriche di piattaforma che interessano il viadotto Sansobbia e le rampe che lo seguono fino a fine intervento.

Lungo il tracciato di progetto, sono previste quattro vasche per il trattamento delle acque di prima pioggia, ubicate nelle seguenti zone:

- Svincolo Letimbro
- Svincolo Miramare
- Svincolo Sansobbia Ovest
- Svincolo Sansobbia Est

Gli impianti di trattamento sono costituiti da sistemi di vasche modulari, realizzati in manufatti monoblocco in c.a., di forma parallelepipeda, con copertura carrabile.

Questo sistema permette il permanere del trattamento in continuo, senza l'utilizzo di pompaggi, assicurando la separazione dall'acqua, non solo di solidi e oli in sospensione, ma anche in emulsione, restituendo al ricettore uno scarico controllato normato secondo il D.L.152 del 3 aprile 2006.

La decantazione del materiale fine avviene nella misura di 100 l per ogni l/s di portata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 858.

Le acque di dilavamento, provenienti dalle superfici scolanti, vengono inviate al trattamento di dissabbiatura e separazione dei liquidi a basso peso specifico (olio combustibile, benzina, gasolio, ecc.).

L'impianto prevede due bacini distinti: quello di dissabbiatura e quello di separazione oli, attrezzato con filtro a coalescenza munito di dispositivo di scarico con otturatore a galleggiante, avente la funzione di chiudere il sistema ed impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di raccolta è completamente riempita.

8. PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

Come descritto precedentemente, durante la fase di progettazione esecutiva il progetto stradale è stato modificato notevolmente da un punto di vista altimetrico rispetto a quanto previsto dal progetto definitivo, modificato poi in fase di gara. Il tracciato proposto in fase di gara era caratterizzato infatti da un valore massimo di pendenza trasversale pari al 7% (valore massimo consentito dalle norme per questa tipologia di strada e già ottimizzato rispetto al 8% presente nel progetto definitivo). La rampa caratterizzata da questo valore di pendenza era posta nelle immediate vicinanze dello svincolo Miramare, causando quindi situazioni di potenziale pericolo. In sede di progettazione esecutiva, a seguito delle modifiche attuate nella zona dello svincolo Miramare e di via Scotto, tale pendenza si è ridotta al 5.15%. Alla luce di questo il tratto con pendenza massima è quello sottopassante via Mignone, in cui, a causa della ncessità di incrementare le altezze di ricoprimento con le fondazioni degli edifici interferiti. si raggiunge il valore del 5.99% rispetto al 3.48% adottato in gara.

In questo tratto infatti la nuova livelletta ha consentito un abbassamento della linea di progetto in corrispondenza di via Mignone mediamente di circa 7 metri, si è infatti passati dalla quota + 21,98 m del Progetto Definitivo alla quota + 14,47 m nella variante proposta (quote riferite alla prog. 860). Con la nuova variante altimetrica si ottiene una differenza di quota da via Mignone di 23,34 m mentre con il profilo del Progetto Definitivo la differenza di quota era solo di 15,83 metri (quote riferite alla prog. 860).

Discorso simile vale per la zona di via Scotto, in cui la nuova variante altimetrica ha consentito un abbassamento della livelletta di circa 6,4 m, si è infatti passati dalla quota di -3,16 m del Progetto Definitivo a -9,59 m (quote riferite alla prog. 2040). L'abbassamento della livelletta nella zona di via Scotto ha avuto come conseguenza anche l'eliminazione del ponte sul rio Termine, in quanto è stato possibile realizzare un attraversamento interamente in sotterraneo della valle in cui scorre tale corso d'acqua. La fattibilità tecnica di tale variante è stata studiata con riferimento anche al futuro svincolo Margonara, originariamente previsto dal Progetto Definitivo e stralciato in sede di approvazione da parte del CIPE, ma di cui è attualmente in corso una procedura per ottenerne l'approvazione.

L'unica variante planimetrica introdotta rispetto al tracciato del progetto definitivo riguarda lo svincolo Sansobbia, a causa della scelta di allargare il viadotto ominimo solo dal lato Nord invece che da entrambi i lati come previsto dal definitivo. La variante ha comportato uno spostamento dell'asse del tracciato principale in corrispondenza della rotatoria Sansobbia e del ponte Pertini di 4,75 m verso nord, tale spostamento ha implicato una modifica del tracciato dell'asse principale a partire dalla progressiva km 4+704,06 come riportato nella tavola di tracciamento. Per evitare di modificare il tracciato in corrispondenza dell'imbocco Ovest della galleria Grana è stata mantenuta inalterata la clotoide di entrata della curva C7 (R=270 m) che precede la rotatoria Sansobbia, mentre quella in uscita è stata modificata portando il parametro di scala A ad un valore di 233,97. Superato il viadotto Sansobbia è stata inserita una curva di 250 m (C8) necessaria per poter raccordarsi con la rotatoria in sponda SX del Sansobbia la cui posizione invece è rimasta inalterata.

8.1. STANDARD PROGETTUALI

Il tracciato definito dal progetto esecutivo si articola planimetricamente in una serie di rettifili raccordati da curve circolari di raggio compreso tra 270 e 800 m, con interposte clotoidi di ampio parametro.

Il profilo longitudinale è costituito da livellette con pendenza media inferiore al 3%. I raccordi altimetrici (R > 3300 per i concavi e R > 5000 per il convesso) sono nei limiti delle Norme.

I requisiti geometrici plano-altimetrici minimi richiesti dalle Norme sono:

- raggio planimetrico minimo Rmin = 118 m (associato alla Vpmin=60 Km/h e ad una pendenza trasversale del 7.00% in condizioni di equilibrio dinamico in curva);
- raggio planimetrico massimo Rmax = 2187 m (associato alla Vpmax=100 Km/h e ad una pendenza trasversale del 2.50% in condizioni di equilibrio dinamico in curva);
- pendenza longitudinale massima del 7%;
- raggi dei raccordi verticali, sia concavi sia convessi, tali da garantire le condizioni di sicurezza ottica, dinamica e psicofisiologica.

Il tracciato in esame presenta rettilinei il cui sviluppo è contenuto nell'intervallo: Lr min = 50.50 m all'interno della galleria "Basci" e Lr max = 837.57 m all'interno della galleria "San Paolo". La presenza predominante di gallerie impone, comunque, il divieto di sorpasso, anche in quei tratti rettilinei lungo i quali è garantita la visuale libera.

Nei profili longitudinali per i raccordi altimetrici è stata adottata la parabola cubica. Il D.M. 5/11/2001 esclude infatti l'uso dei raccordi circolari e impone che essi vengano realizzati con archi di parabola quadratica ad asse verticale, ovvero raccordi parabolici. Questi ultimi sono tecnicamente più validi perché consentono l'applicazione graduale della forza centrifuga agente nel piano verticale su tutti i veicoli che vi transitano, simulando l'effetto di una curva di transizione.

8.2. SEZIONE TIPO

Obiettivo dell'intervento è la costruzione della nuova infrastruttura denominata Aurelia bis per il miglioramento della Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola e i porti di Savona e Vado.

La sezione tipo stradale sarà organizzata con una carreggiata costituita da due corsie, una per senso di marcia di dimensioni pari a 3.75 m e banchine laterali di 1.50 m. La strada sarà inoltre corredata da dispositivi di ritenuta stradali per preservare la sicurezza degli utenti laddove necessario come prescritto dalle relative norme a cui si rimanda nei paragafi successivi.

La sezione stradale sarà mantenuta costante per tutti i tratti dell'asse principale, compresi viadotti e gallerie.

La pendenza trasversale minima in rettifilo sarà pari a 2.5%, mentre in curva sarà calcolata in funzione del raggio di curvatura (come previsto dal D.M. 5/11/2001 – Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade a cui il progetto stradale è stato adeguato in fase di gara prima ed in fase di progettazione esecutiva poi). A tale proposito va evidenziato come la pendenza massima trasversale sia ora pari a 7% in luogo di quella pari a 5% prevista dal definitivo. Tale modifica, non prevista in fase di gara ma introdotta a livello esecutivo, consente di incrementare notevolmente il grado di sicurezza della strada, a fronte di maggiori ingombri, soprattutto in sotterraneo e interventi.

L'acqua piovana sarà pertanto allontanata dalla piattaforma stradale. A tal fine per le sezioni in rilevato sono previsti embrici che si raccordano a fossi di guardia posti al piede del rilevato. Per le sezioni in trincea sono invece previste cunette alla francese.

La costruzione della strada prevede la bonifica del terreno in sito non idoneo con interposizione di uno strato filtrante. Inoltre, nei casi in cui la pendenza del terreno in sito fosse superiore al 15%, si procederà ad una gradonatura per migliorare il piano di posa dei rilevati.

Per le scarpate si prevede riporto di terreno vegetale con successiva idrosemina al fine di diminuire l'impatto della nuova infrastruttura.

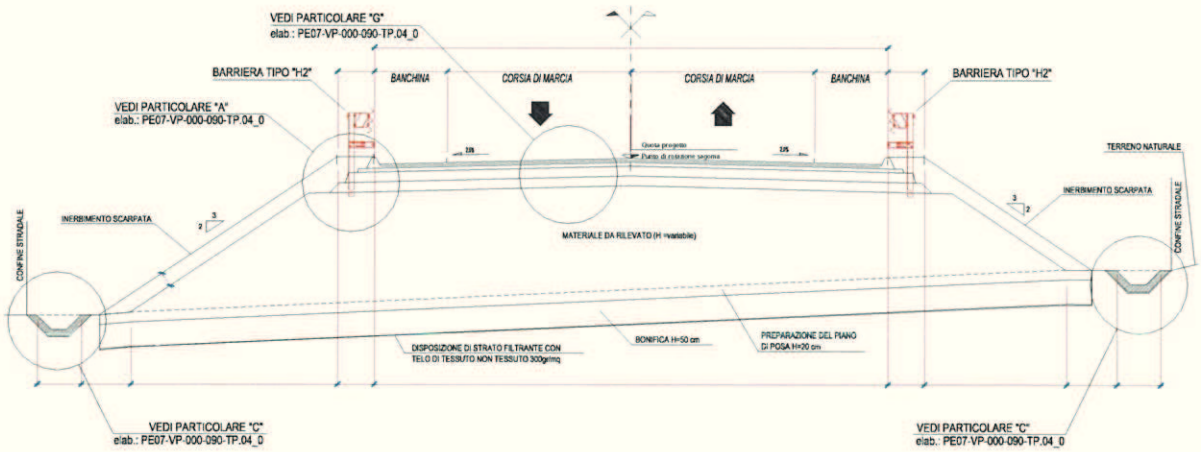


Fig. 8-1 Sezione tipo in rilevato.

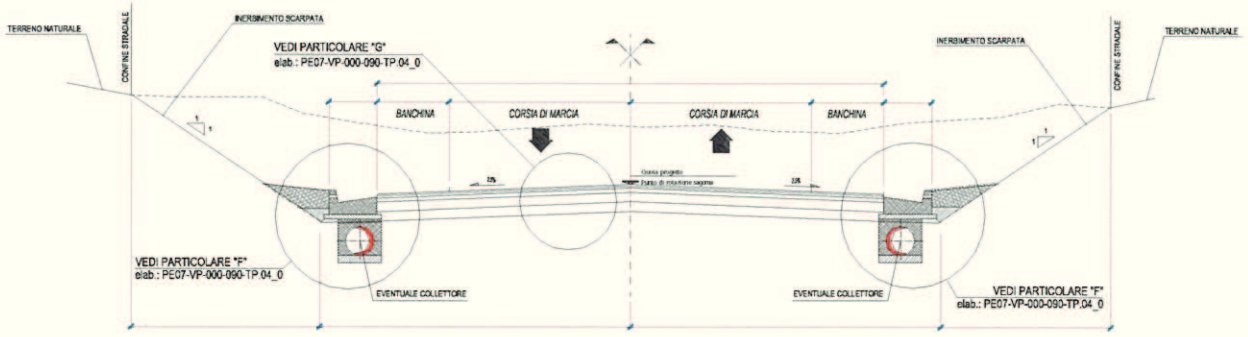


Fig. 8-2 Sezione tipo in trincea.

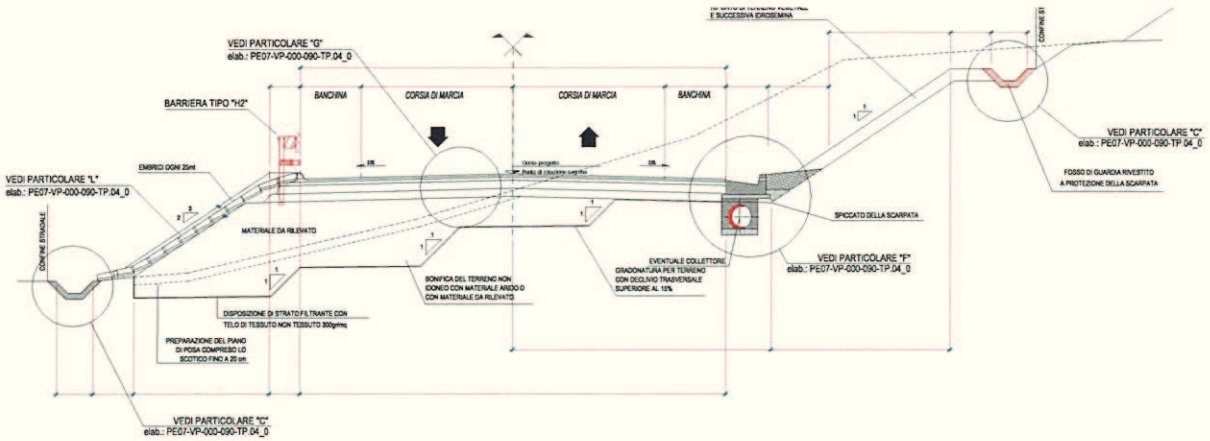


Fig. 8-3 Sezione tipo a mezza costa.

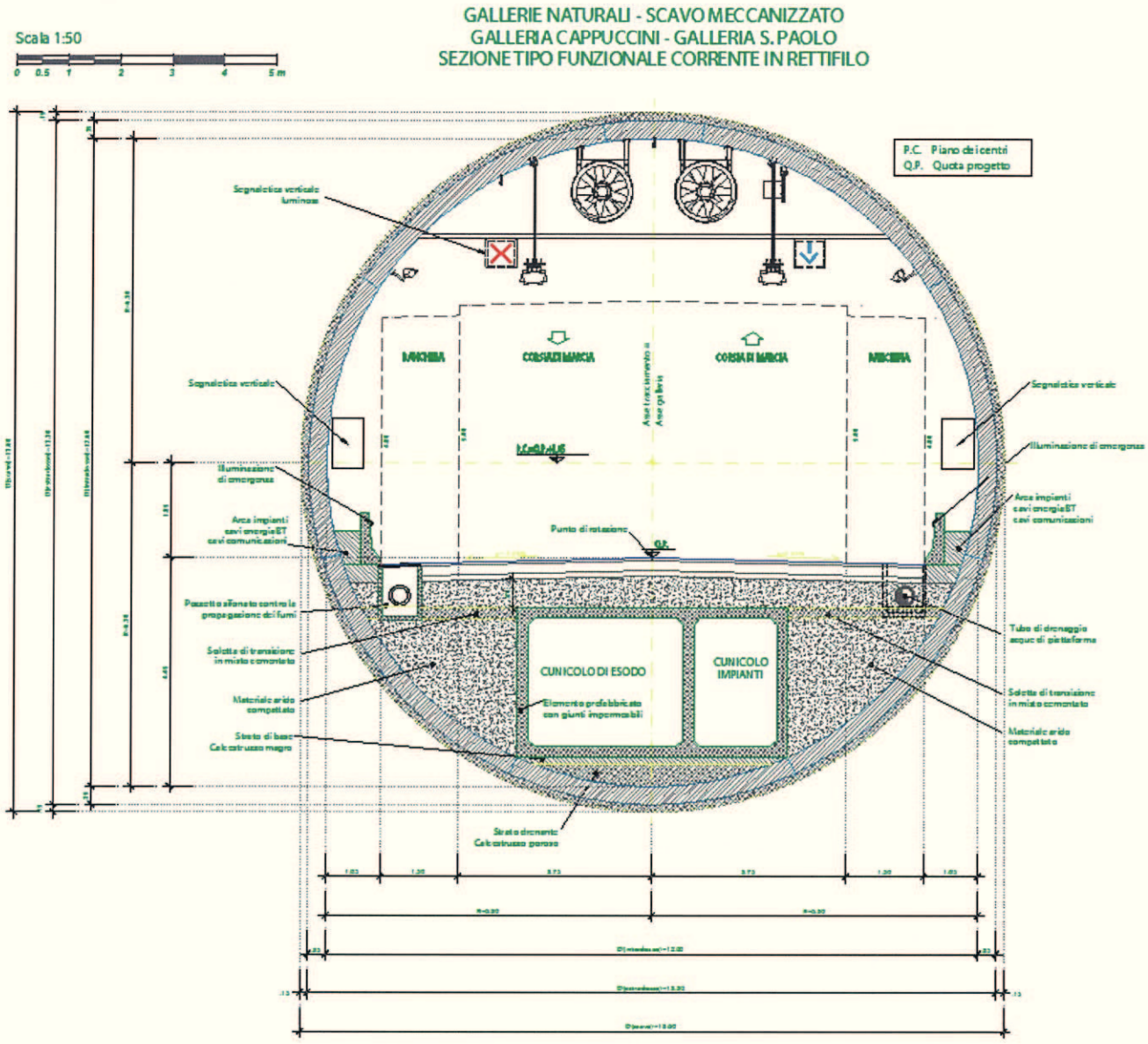


Fig. 8-4 Sezione tipo in galleria - rettilineo

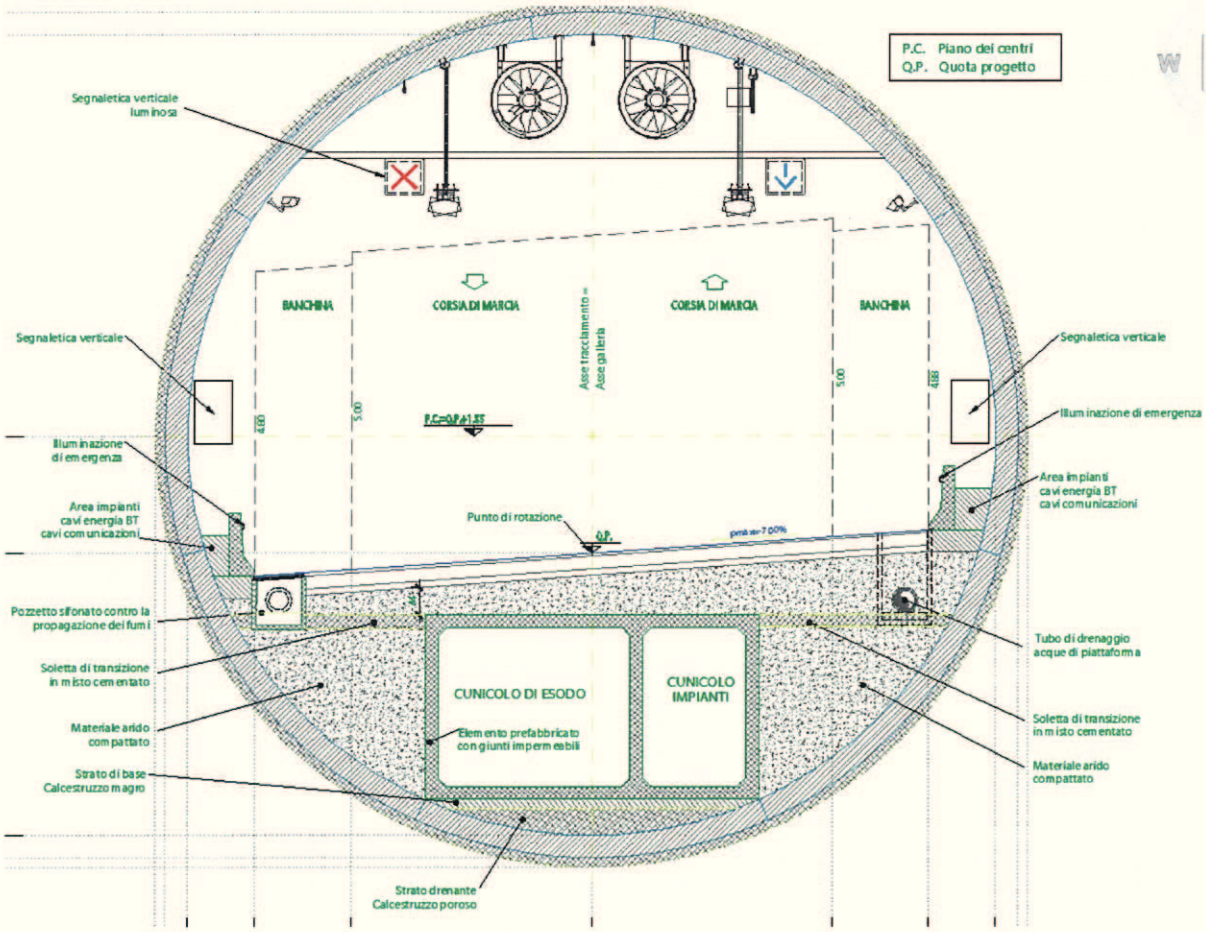


Fig. 8-5 Sezione tipo in galleria - pendenze al 7%.

8.3. VELOCITÀ DI PROGETTO

La strada in esame è di tipo C1 e secondo il D.M. 5/11/2001 ha un intervallo di velocità di progetto compreso tra 60 e 100 km/h. Tuttavia, per permettere il soddisfacimento delle prescrizioni previste dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" è stato necessario inserire un limite di velocità pari a 70 km/h. Tale limite è stato in particolare necessario per il soddisfacimento della distanza di visibilità per l'arresto.

Per effettuare le verifiche sul tracciato in esame è stato redatto un diagramma delle velocità secondo le prescrizioni della norma. Il diagramma di velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità in funzione della progressiva dell'asse stradale. L'utilizzazione di gran lunga più frequente che se ne fa riguarda la verifica della omogeneità del tracciato planimetrico, vale a dire il controllo della regolarità di marcia, imponendo limiti alla variazione di velocità nel passaggio da un elemento al successivo con curvatura diversa.

Nella redazione del diagramma delle velocità, particolare attenzione è stata posta nelle zone di raccordo con gli svincoli. In particolare lo svincolo Sansobbia il progetto prevede una intersezione costituita da due rotatorie poste rispettivamente a monte e a valle del fiume Sansobbia. Inoltre tale intersezioni si sviluppano in uscita dalla galleria. La velocità di percorrenza della strada, come suddetto, è pari a 70 km/h mentre la velocità di progetto delle intersezioni è pari a 30 km/h.

La concomitanza di tutti questi fattori ha reso necessario un passaggio intermedio tra la velocità di 70 a quella di 30 km/h per ragioni di sicurezza stradale. Pertanto è stato inserito un limite di velocità pari a 50 km/h. Tale limite è stato inserito sia per il senso verso Genova che per quello verso Ventimiglia.

Analoghe considerazioni sono state sviluppate per lo svincolo Letimbro dove si prevederà la prosecuzione in direzione Ventimiglia della Aurelia bis. Nella situazione di progetto attuale, invece, la variante dell'Aurelia termina con lo svincolo Letimbro dove sono previste le rampe di immissione e uscita dalla strada che rappresentano il collegamento alla viabilità locale della città di Savona. La velocità di progetto delle rampe è pari a 40 km/h. Pertanto per migliorare le condizioni di sicurezza stradale sono stati inseriti limiti intermedi pari a 50 km/h tali che il ΔV sia non superiore a 20 km/h come previsto dalla norma.

8.4. VISIBILITÀ

Il controllo del tracciato è costituito, oltre che dalle verifiche sulle velocità, dalla costruzione dei diagrammi delle visibilità, per ogni senso di marcia. Tali diagrammi sono necessari per mettere a confronto le visuali libere richieste per la sicurezza di marcia e quelle realmente disponibili.

Le visuali richieste sono la distanza di arresto D_a da assicurare in ogni punto del tracciato e la visuale per il sorpasso D_s. Entrambe si calcolano in relazione alla velocità della strada, in ogni punto del tracciato, dal diagramma di velocità. Il diagramma è costruito riportando in ascissa le progressive dell'asse stradale ed in ordinata la distanza di arresto D_a e quella per il sorpasso D_s.

Definito il diagramma delle visuali libere, questo è stato messo a confronto con la distanza di arresto e di sorpasso calcolate sulle velocità effettive della strada (velocità in funzione dei raggi di curvatura). In diversi punti del tracciato le verifiche non erano soddisfatte, per cui è stato necessario inserire un limite di velocità pari a 70 km/h per soddisfare la distanza di arresto, condizione minima richiesta dalla norma.

Per la distanza di sorpasso, le verifiche mostrano per entrambi i sensi di percorrenza, tratti in cui la visuale libera effettivamente misurata consente di compiere la manovra in sicurezza e tratti in cui il sorpasso non è consentito. Tuttavia, essendo la strada per la maggior parte caratterizzata da tratti in galleria, è risultato necessario inserire segnaletica verticale indicante divieto di sorpasso così come previsto dal Codice della Strada (D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.) e dal Regolamento di Esecuzione e di Attuazione (D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.). Poiché i tratti fuori dalle gallerie dove è consentito il sorpasso sono di estensione limitata e si sviluppano prevalentemente in corrispondenza di intersezioni, si è esteso a tutta la strada il divieto di sorpasso.

8.5. PIATTAFORMA IN CLS PER LE GALLERIE

Mentre per la pavimentazione dell'asse principale si è utilizzata una struttura semirigida, per le gallerie Cappuccini e S.Paolo si è utilizzata una pavimentazione di tipo rigido costituita da uno strato di usura e uno strato di base in calcestruzzo. Le caratteristiche dello strato di usura utilizzato sono di Rck≥ 40 N/mm2 e della base di Rck ≥ 35 N/mm2 come previsto dal Catalogo delle Pavimentazioni Stradali.

La maggiore rigidezza delle pavimentazioni per le gallerie assicura durante la vita utile della pavimentazione un numero di assi di veicoli commerciali maggiore rispetto a quella di tipo semirigido adottata per l'asse principale. Di conseguenza, l'affidabilità della pavimentazione risulta elevata in modo tale da ridurre al minimo gli interventi di manutenzione.

8.6. SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza nelle costruzioni stradali sono i dispositivi atti a garantire il contenimento dei veicoli nella carreggiata stradale. Le barriere di sicurezza rappresentano l'ultimo ostacolo alla fuoriuscita dei veicoli dalla sede stradale. Esse devono essere inoltre idonee ad assorbire attraverso la propria deformazione parte dell'energia cinetica posseduta dal veicolo all'urto, così da limitare gli effetti dannosi sui passeggeri.

I riferimenti normativi presi in considerazione nel progetto delle barriere di sicurezza stradale sono:

- DM 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- DM 5-11-2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada".
- DM 21-06-04: "Aggiornamento delle istruzione tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- Direttiva Ministeriale Prot. 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- Circolare del Ministero dei Trasporti, Prot. n.000104862/RU/U del 15-11-2007: "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".

Le barriere di sicurezza sono dimensionate e verificate in relazione alla normativa UNI EN 1317.

Le barriere di sicurezza sono state scelte in base alla classe di severità in relazione all'entità e composizione dei flussi veicolari. Sono state sempre previste nei seguenti casi:

- bordo laterale dei rilevati con pendenza maggiore o uguale di 2/3 e dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m;
- bordo laterale delle opere d'arte (ponti, viadotti, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata); la protezione è estesa per la lunghezza necessaria ad escludere il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
- in corrispondenza di ostacoli fissi, laterali o centrali isolati, quali pile di ponti, fabbricati, tralicci di elettrodotti, portali segnaletici, alberature, etc…

Le protezioni saranno installate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione.

Per l'asse principale si ha che la strada è classificata come "extraurbana secondaria" (tipo C). Il traffico è di tipo III (percentuale di mezzi pesanti maggiore del 15% del totale). I requisiti minimi previsti dalla normativa, sia per l'asse stradale che per le zone di svincolo, sono per le barriere spartitraffico quelle di tipo H2 (indice di contenimento Lc ≥ 288 KJ), per la barriere posizionate sul bordo laterale quelle di tipo H2, per le barriere posizionate su bordo ponte quelle di tipo H3 (Lc ≥ 463 KJ).

Per gli svincoli sono state utilizzate le stesse classi di barriera dell'asse principale, mentre la viabilità locale è stata assimilata a strada di tipo F per cui sono state utilizzate barriere di sicurezza di classe inferiore all'asse principale.

I terminali delle barriere di sicurezza, definiti come normali elementi iniziali e finali, saranno testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato, di classe P2 (velocità 90≤ v <130 km/h) (Tabella C del D.M. 21 giugno 2004).

Per quanto concerne gli attenuatori d'urto frontali, in corrispondenza delle cuspidi degli svincoli verranno installati attenuatori di classe 80 secondo quanto stabilito dall'articolo 6 tabella B del D.M. 21 giugno 2004 (velocità imposta nel sito da proteggere: 90≤ v ≤130 Km/h) essendo la velocità di progetto massima pari a 100 km/h per il tipo di strada in esame.

Per le indicazioni sulla segnaletica da adottare si è fatto riferimento al D.L.vo 30.04.1992 "Nuovo codice della strada" e s.m.i. e al D.P.R. 16.12.92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".

La segnaletica orizzontale insieme a quella verticale rappresenta uno strumento di guida per la sicurezza degli utenti della strada.

Per i segnali verticali è stato garantito uno spazio di avvistamento tra il conducente e il segnale stesso libero da ostacoli per una corretta visibilità. In tale spazio il conducente deve progressivamente poter percepire la presenza del segnale stradale, identificarne il significato e attuare il comportamento richiesto.

I segnali orizzontali saranno realizzati con materiali visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con strada bagnata. Tali segnali saranno realizzati con materiali antisdrucciolevoli.

9. OPERE D'ARTE MAGGIORI – VIADOTTI E PONTI

Lungo lo sviluppo del tracciato sono presenti 3 opere d'arte principali di seguito elencate:

- viadotto La Rusca (0+029.00 – 0+212.00);
- viadotto Grana (4+432.38 – 4+597.38);
- viadotto Sansobbia (4906.25 – 5022.05).

9.1. VIADOTTO LA RUSCA

Il viadotto La Rusca è localizzato nel tratto iniziale della nuova Aurelia, all'interno del comune di Savona, tra le progressive 0+029.00 e 0+212.00 al fine di scavalcare il tratto urbano della SS29 (Corso Ricci), il torrente Letimbro e la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia.

In fase di progetto definitivo era stata adottata una soluzione che prevedeva un impalcato metallico a via superiore costituito da due strutture successive con schema statico di travi continue ciascuna sviluppata su 3 campate.

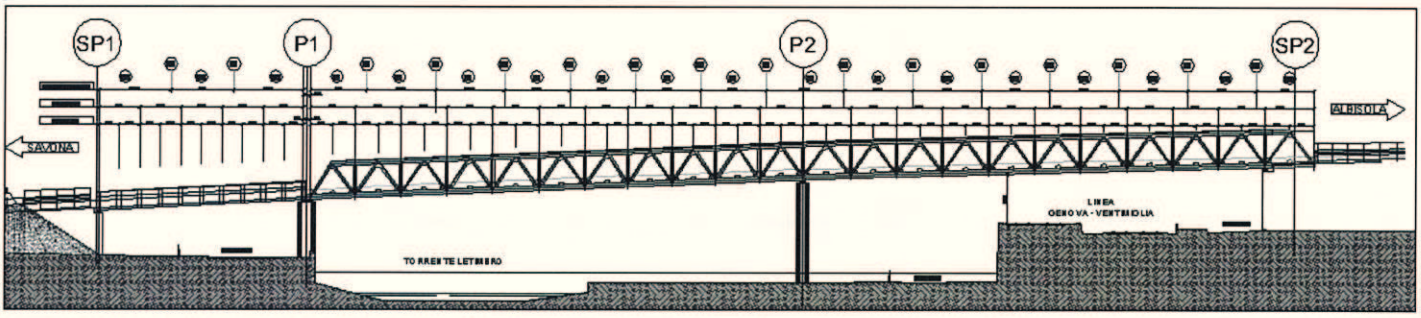
In fase di esecutivo, si è reso necessario risolvere le problematiche legate ad alcune interferenze, non considerate in fase di progettazione definitiva e che hanno portato ad una completa rivisitazione dello schema strutturale originario

Una prima interferenza è stata riscontrata tra la posizione della pila P1 e la pista ciclabile su corso Ricci, lungo la sponda destra del Torrente Letimbro. A seguito della richiesta da parte di ANAS, è stata spostata la posizione della pila P1 di circa 2m in direzione Albisola.

La risoluzione di una seconda interferenza si è resa necessaria a seguito della richiesta della Società Acquedotto di Savona S.p.A., che ha riscontrato un'eccessiva vicinanza della pila P2 con il pozzo di emungimento S6, nonostante il rispetto dell'area di tutela assoluta, sito sulla riva sinistra del torrente Letimbro, in prossimità della progressiva 0+104.47. Per poter risolvere questa interferenza sarebbe stato necessario spostare di diversi metri la progressiva della pila P2, per cui la parte di viadotto compresa tra la spalla 1 e il giunto di dilatazione previsto a definitivo sarebbe stata poco equilibrata nello sviluppo: a fronte di due campate di riva corte, sarebbe stata presente una campata centrale molto più lunga che avrebbe determinato l'insorgere di azioni di trazione sugli appoggi di estremità. Nell'ottica di una semplificazione complessiva, è stato deciso di intervenire anche sulle pile P4 e P5. La presenza delle suddette pile, infatti, avrebbe potuto portare complicazioni in fase di costruzione, a causa della contiguità con i fasci di binari delle linee ferroviarie Torino – Savona e Genova – Ventimiglia.

Per poter ovviare ai problemi, si è eliminato sia il giunto di dilatazione previsto a definitivo su pila P3 sia le suddette pile P4 e P5, solidarizzando l'impalcato fino alla spalla lato Albisola. L'impalcato nel suo sviluppo esecutivo è quindi composto dalla prima campata in semplice appoggio di circa 32m (tra la Spalla Sp1 e la Pila P1) e da due campate continue di 75 m ciascuna (tra pila P1, pila P2 e spalla Sp2).

Le notevoli dimensioni in pianta delle campate del secondo impalcato hanno comportato uno studio accurato della soluzione da adottare per rispettare i franchi minimi rispetto alla sede ferroviaria. La scelta è ricaduta su una struttura a via inferiore, nell'ottica di ridurre al minimo il pacchetto strutturale al di sotto della livelletta stradale, con travate principali reticolari per limitare al massimo l'impatto visivo complessivo del ponte.



9.2. VIADOTTO GRANA

Il Viadotto Grana è previsto tra le progressive 4+432.38 e 4+597.38 al fine di scavalcare l'area industriale esistente.

Lo schema statico e tecnologico dell'impalcato non subisce modifiche rispetto a quello previsto nel progetto definitivo. Il viadotto è pertanto realizzato in calcestruzzo armato post-teso con schema statico di trave continua su 7 campate di luce 20+25+25+25+25+25+20 per una lunghezza totale di 165m. L'impalcato ha sezione trapezia di altezza 1,20m alleggerita con elementi in polistirene espanso.

Le migliorire apportate nel viadotto, rispetto a quanto indicato nel progetto definitivo, comprendono principalmente aspetti legati al processo costruttivo dell'opera. In particolare:

- modifica alle fasi costruttive;
- ottimizzazione del tracciato e del numero dei cavi di post tensione;
- modifiche al sistema di alleggerimento utilizzato.

Per quanto concerne il primo punto, in fase di progetto definitivo si prevedeva di realizzare il viadotto attraverso una unica fase che consisteva nel casserare l'intero impalcato, posare i cavi e quindi, a maturazione del calcestruzzo avvenuta, applicare la post tensione ai cavi.

Tale procedimento comportava l'inconveniente legato all'occupazione del suolo sottostante l'impalcato, e notevoli perdite d'attrito causate dalla curvatura dei cavi e dalla distanza tra la testa di tiro fissa e la testa mobile.

Il progetto esecutivo, per risolvere in particolare il primo punto date le interferenze riscontrate, prevede la

realizzazione dell'impalcato per fasi casserando una campata più un tratto di sbalzo di 5m per ciscuna sotto fase. Così facendo si ha anche l'indubbio vantaggio di ridurre al minimo le perdite di attrito in quanto la distanza tra la testa di tiro e gli ancoraggi fissi è pari a 30m e non più a 165m. Inoltre applicando il tiro nelle varie fasi si riducono le azioni orizzontali originate dal tiro stesso che andrebbero a gravare sugli apparecchi di appoggio.

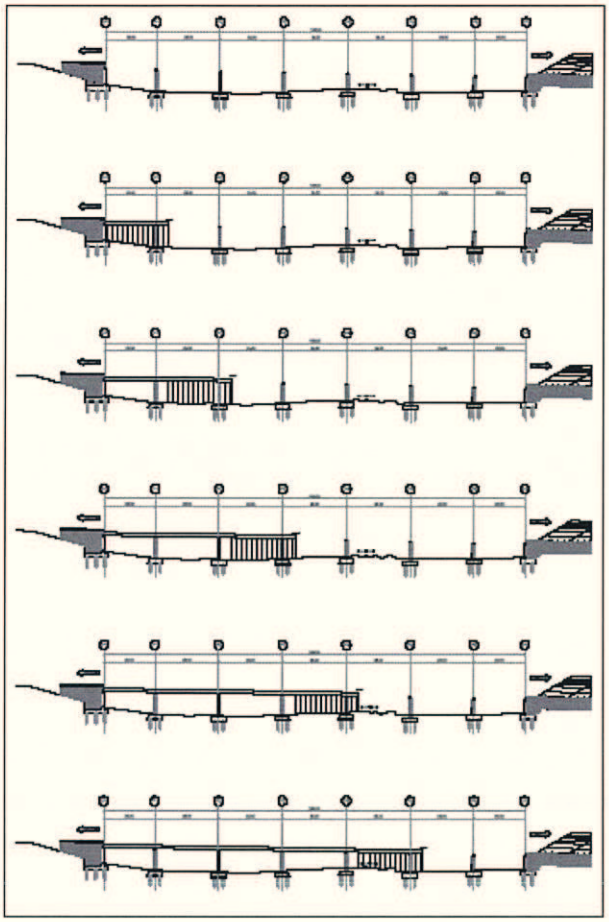


Figura3- 1 Fasi Costruttive da SP1 a P5

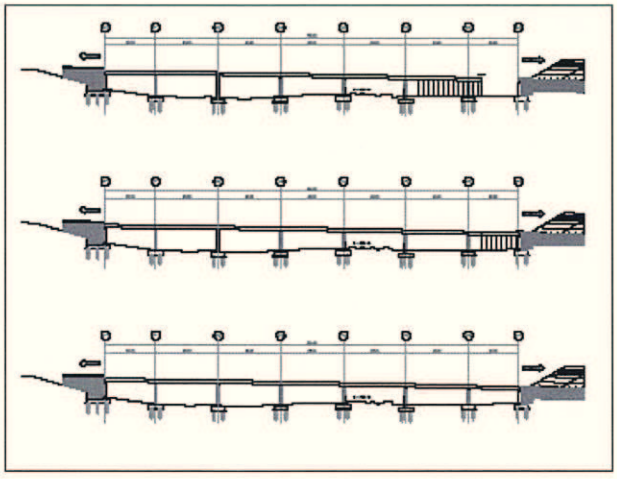


Figura3- 2 Fasi Costruttive da SP1 a SP2

Per quanto concerne il numero e la disposizione dei cavi, al fine di raggiungere una migliore efficienza dei materiali e di tempi legati alle attività di messa in tiro dei cavi, si è effettuata una riduzione del numero di teste cavo.

Infatti il progetto definitivo prevedeva il seguente schema di cavi:

20 cavi parabolici 9T15.2

4 cavi rettilinei 9T15.2

Il progetto esecutivo prevede invece:

2 cavi rettilinei al baricentro della sezione 15T15.2

2 cavi rettilinei al baricentro della sezione 19T15.2

12 cavi parabolici 15T15.2

In tal modo si è ridotto il numero di teste di tiro ottenendo un notevole risparmio di tempo di esecuzione. Le modifiche alla disposizione dei cavi e la revisione delle fasi costruttive, hanno permesso di ottenere un miglioramento dal punto di vista delle tensioni di lavoro del calcestruzzo. Infatti, con la disposizione del progetto esecutivo si ottiene un valore massimo della tensione di trazione del calcestruzzo durante le fasi costruttive pari a 0,55 MPa e si ha l'impalcato interamente compresso nella situazione di viadotto ultimato senza carichi variabili da traffico agenti.

La modifica relativa all'ottimizzazione della sezione ha portato alla sostituzione degli elementi tubolari metallici previsti nel progetto definitivo con elementi in polistirene espanso sinterizzato. In questo modo si ottiene

-migliore facilità di posa in opera degli elementi;

-minore peso dei componenti con un minore aggravio sull'impalcato;

-possibilità di posa in opera della staffatura nelle nervature che nel caso di fori circolari risulterebbe alquanto difficoltosa e con possibilità di errori esecutivi.

Per quanto riguarda lo schema di vincolo del viadotto non sono state apportate modifiche rispetto a quanto previsto in fase di progetto definitivo.

Per quanto alla variazione apportata al diametro dei pali di fondazione da D1200mm (PDA) a D1000mm (PE), ed alla lunghezza degli stessi da 24 m per le spalle e da 12 m per le pile (PDA) a 12 m per le spalle e a 15m per le pile (PE), si evidenzia che la suddetta variante riguarda opere a misura e comporta comunque una riduzione dell'importo di gara (in gara lunghezza totale pali 1380 mt, in P.E. 732 mt).

Ad ogni modo il progetto di gara prevede già pali del diametro D1000mm. Infatti sia la relazione di calcolo (vd. elaborato 102-V pag. 53) che il computo metrico estimativo (non esistono prezzi relativi al diametro D1200mm in contratto) prevedono la presenza di pali D1000mm.

La variazione di lunghezza (accorciamento) è riscontrabile nella relazione di calcolo specifica.

9.3. VIADOTTO SANSOBBIA

Il tracciato della nuova Aurelia nel suo tratto terminale all'interno del comune di Albisola Superiore, nella zona di attraversamento del torrente Sansobbia, prevede l'allargamento dell'esistente ponte Pertini, che viene rinominato viadotto Sansobbia.

Il viadotto esistente ha una lunghezza complessiva di 115,00m ed è costituito da 5 campate da 23m in semplice appoggio. L'allargamento, come nel progetto definitivo, è previsto con 4 travi precompresse prefabbricate del tipo a cassoncino e soletta collaborante gettata in opera.

Il progetto esecutivo prevede l'allargamento del viadotto esistente in modo da ottenere una larghezza finale di impalcato di 20,50m di cui 15,50m destinati alla carreggiata stradale e 5m destinati a marciapiedi. Rispetto alla soluzione prevista dal progetto definitivo, in cui l'allargamento avveniva in maniera uguale da entrambi i lati mediante l'utilizzo di barre di inghisaggio per solidarizzare il viadotto esistente con le parti di nuova realizzazione, il progetto esecutivo prevede l'ampliamento da un unico lato. In questo modo si ottengono diversi vantaggi:

- netta separazione tra l'area di cantiere e la viabilità esistente;
- minori demolizioni da porre in atto.

In merito al primo punto si hanno in dettaglio tre macro fasi di realizzazione: una prima fase che prevede di costruire l'impalcato nuovo e lasciare inalterata la viabilità sull'impalcato esistente con due corsie da 3,50m, una seconda fase in cui si demolisce uno dei marciapiedi esistenti restringendo la carreggiata originaria con due corsie da 3,25m, una ultima fase in cui si apre il viadotto alla viabilità definitiva.

Anche il marciapiede esistente viene demolito in modo da poter posizionare la barriera di sicurezza ad una altezza di 7cm dal piano stradale come previsto dalla normativa.

L'impalcato nuovo e quello esistente sono connessi tramite un giunto di dilatazione longitudinale disposto in asse stradale a separazione tra i due sensi di marcia.

Su richiesta di ANAS l'impalcato esistente è stato verificato con il Decreto Ministeriale 4/05/1990, mentre sulla parte di nuova realizzazione sono stati applicati i carichi mobili previsti dal nuovo Testo Unico Norme Tecniche per gli impalcati di I categoria.

L'allargamento delle pile e delle spalle avviene in senso trasversale all'asse stradale: tra la pila esistente e quella di nuova realizzazione si inserisce un elemento di tamponatura necessario ai fini idraulici.

In conclusione, relativamente alla variante di allargamento del ponte da un solo lato si evidenzia che il progetto a base di gara presentava le seguenti criticità non risolte:

a. Il CSA NG (art. 6.5.b "per il viadotto sul torrente Sansobbia la possibilità di procedere al previsto allargamento senza l'adozione di nuove pile in alveo o, in subordine, con l'adozione di fondazioni di tipo diretto o con pali di fondazione di lunghezza non maggiore di quelli già realizzati alla base delle pile esistenti e/o tale da porsi al di sopra della falda in alveo") sostanzialmente indica la necessità di eliminare i pali od in alternativa di ridurne il più possibile la lunghezza (interferente con la falda acquifera) e che comunque non potrà superare quella dei pali esistenti.

b. Le prescrizioni del CIPE prevedono: "dovranno essere realizzate delle opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale con particolare riferimento agli interventi sul Sansobbia che comporteranno significative modifiche dell'alveo e di sponda destra".

c. La nota di Acquedotto prot. 17843/GEOP del 03/11/2010 p.to 3: "anche per quanto riguarda le opere previste sull'alveo del torrente Sansobbia, allargamento dell'attuale ponte Pertini, riteniamo indispensabile rivedere la tipologia delle fondazioni previste, vista la loro evidente interferenza con le falde captate dai 9 pozzi ubicati a valle dell'intervento".

d. L'allargamento del ponte nel progetto di gara non è compatibile con le verifiche strutturali condotte secondo il DM 2008;

Pertanto al fine di risolvere le criticità sopra menzionate, si è proceduto all'adeguamento delle fondazioni dirette ed indirette (unico plinto di fondazione a monte dell'opera, accorciamento pali di fondazione), limitando in tal modo il disturbo alle falde acquifere, il disturbo dell'alveo del torrente stesso, con la riduzione delle opere provvisionali, mantenendone però gli interventi di protezione delle pile in quanto prescrizione CIPE, progettando la parte di impalcato nuovo secondo il DM 2008.

Oltre quanto sopra si sono ottenuti i seguenti vantaggi funzionali:

a. Miglioramento viabilità da mantenere attiva durante l'esecuzione dei lavori (art. 6.4 del CSA NG);

b. Miglioramento funzionalità opera (la nuova parte del viadotto è progettata secondo i criteri NTC-2008 e la parte restante del viadotto in futuro è adeguabile senza comprometterne la viabilità interessata);

c. Riduzione interventi alla base con conseguente riduzione delle opere di protezione fluviale.

Per quanto alla geometria delle fondazioni è stata ridefinita con il rispetto del vincolo imposto dalla Provincia di Savona che limita la lunghezza dei pali a 15 mt e pertanto gli interassi derivano dal dover limitare gli effetti delle CDS sugli stessi.

10. OPERE D'ARTE MAGGIORI – GALLERIE NATURALI

Dei circa 5'150m di tracciato, oltre il 75% si sviluppa in sotterraneo.

- Galleria Cappuccini di 1125m
- Galleria San Paolo di 2'051m
- Galleria Basci di 530m
- Galleria Grana di 188m

Di queste le prime tre sono eseguite mediante fresa scudata, la galleria Grana è escavata mediante metodologie tradizionali.

	pk Portale Ovest	Nat. Ovest	Nat. Est	pkPortale Est	**Lunghezza Galleria**
Cappuccini	504.86	584.06	1'620.00	1'630.15	**1'125.29**
San Paolo	1'744.00	1'765.00	3'787.00	3'795.39	**2'051.39**
Basci	3'847.59	3'860.00	4'350.00	4'377.80	**530.21**
Grana	4'614.35	4'635.00	4'790.00	4'802.37	**188.02**
					3894.91

Fig. 10-1 Le gallerie di progetto.

Le gallerie realizzate con TBM presentano l'ulteriore problematica dell'esecuzione in ambito urbano con le relative conseguenze di interferenza sugli edifici, argomento ampiamente trattato ed i cui esiti hanno portato alla variante di livelletta già anticipata.

10.1. PREMESSA SULLA CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO

Le indagini di PE hanno mostrato caratteristiche stratigrafiche e di comportamento dell'ammasso a livello locale differenti, in particolare si è riscontrato un ammasso alterato con caratteristiche peggiorative rispetto a quanto prevedibile, ed una migliore competenza dell'ammasso in profondità. Questo con l'analisi e raffronto delle risultanze delle campagne di PD e PE.

La caratterizzazione geomeccanica d'ammasso è stata effettuata principalmente con la classificazione mediante RMR e GSI sulla base delle conoscenze acquisite, sia di carattere geotecnico-geomeccanico sia geologico (si veda faglie persistenti in profondità, presenza/assenza d'acqua).

10.2. SEZIONI TIPO IN SCAVO TRADIZIONALE

Nello scavo tradizionale sono state sviluppate, sulla base dei nuovi ingombri per le pendenze trasversali al 7%, le 3 sezioni tipo, B1, B3, C1, già presenti in PG.

Le sezioni B1 e B3 sono per fronte stabile, la C1, prevista per i primi campi di imbocco, per fronte potenzialmente instabile o per condizioni di scavo moderatamente parietali.

10.2.1 Sezione di scavo B1

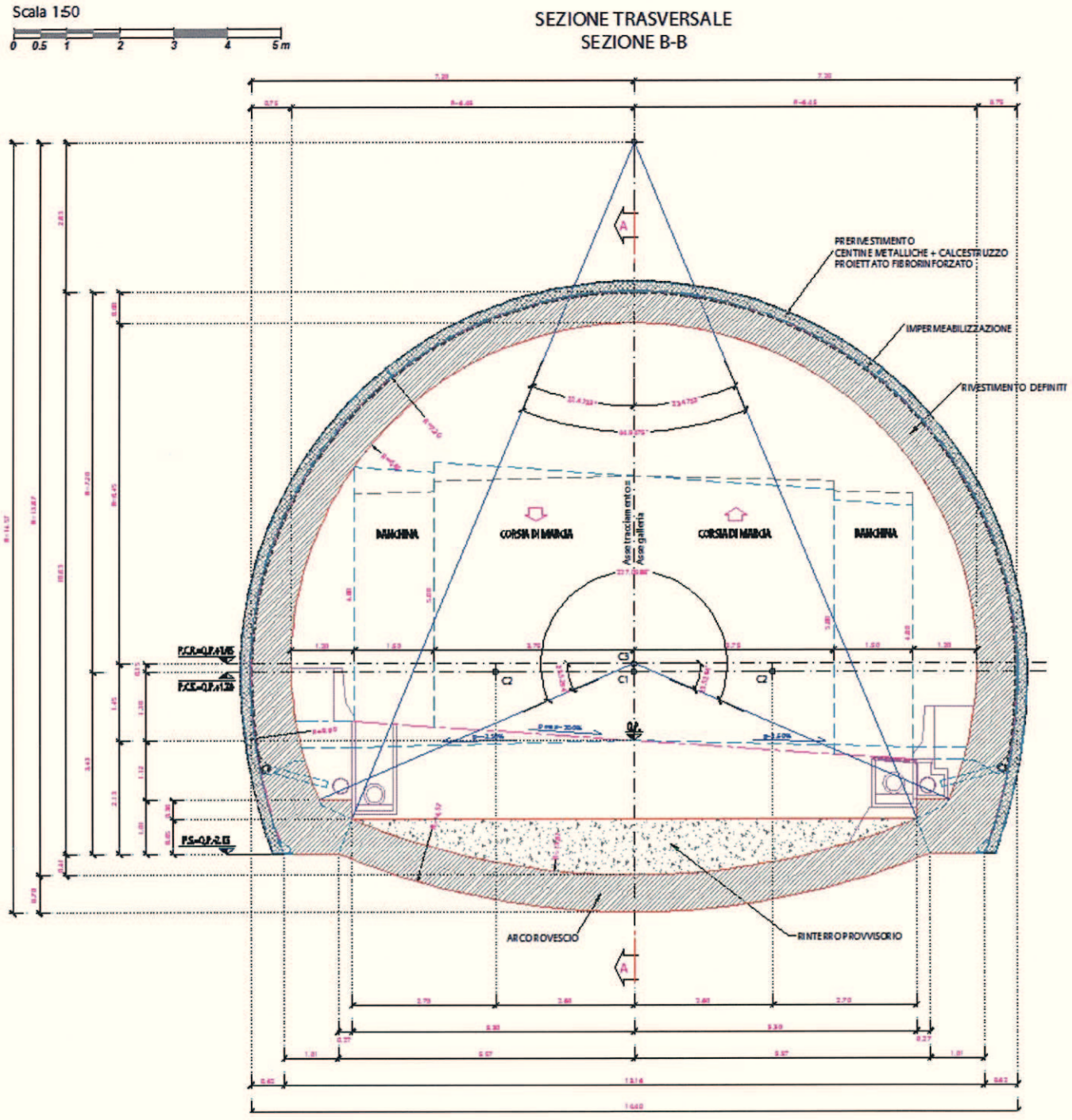


Fig. 10-2 Sezione di scavo in tradizionale tipo B1.

Le fasi esecutive sono le seguenti:

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 5 cm sull'intera superficie del fronte.

FASE 2 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 3: SCAVO

Esecuzione dello scavo a piena sezione con mezzo meccanico o con esplosivo per sfondo massimo di 3.00 m, sagomatura del fronte a forma concava.

FASE 4: PRERIVESTIMENTO

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cavo, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.50 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 20 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 5: GETTO DI MURETTE ED ARCO ROVESCIO

Esecuzione del getto delle murette laterali e dell'arco rovescio. Il getto delle murette laterali precederà il getto dell'arco rovescio di una distanza pari o inferiore al diametro equivalente di scavo. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo dipenderà dalle misure sperimentali di convergenza del cavo. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 6: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 7: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

CENTINE METALLICHE	2 IPN 180/1.00 m
CALCESTRUZZO PROIETTATO CALCESTRUZZO PROIETTATO FIBRORINFORZATO	AL CONTORNO FIBRORINFORZATO sp 20cm
	AL FRONTE sp 5 cm
	FIBRE DI RINFORZO POLIPROPILENICHE

10.2.2 Sezione di scavo B3

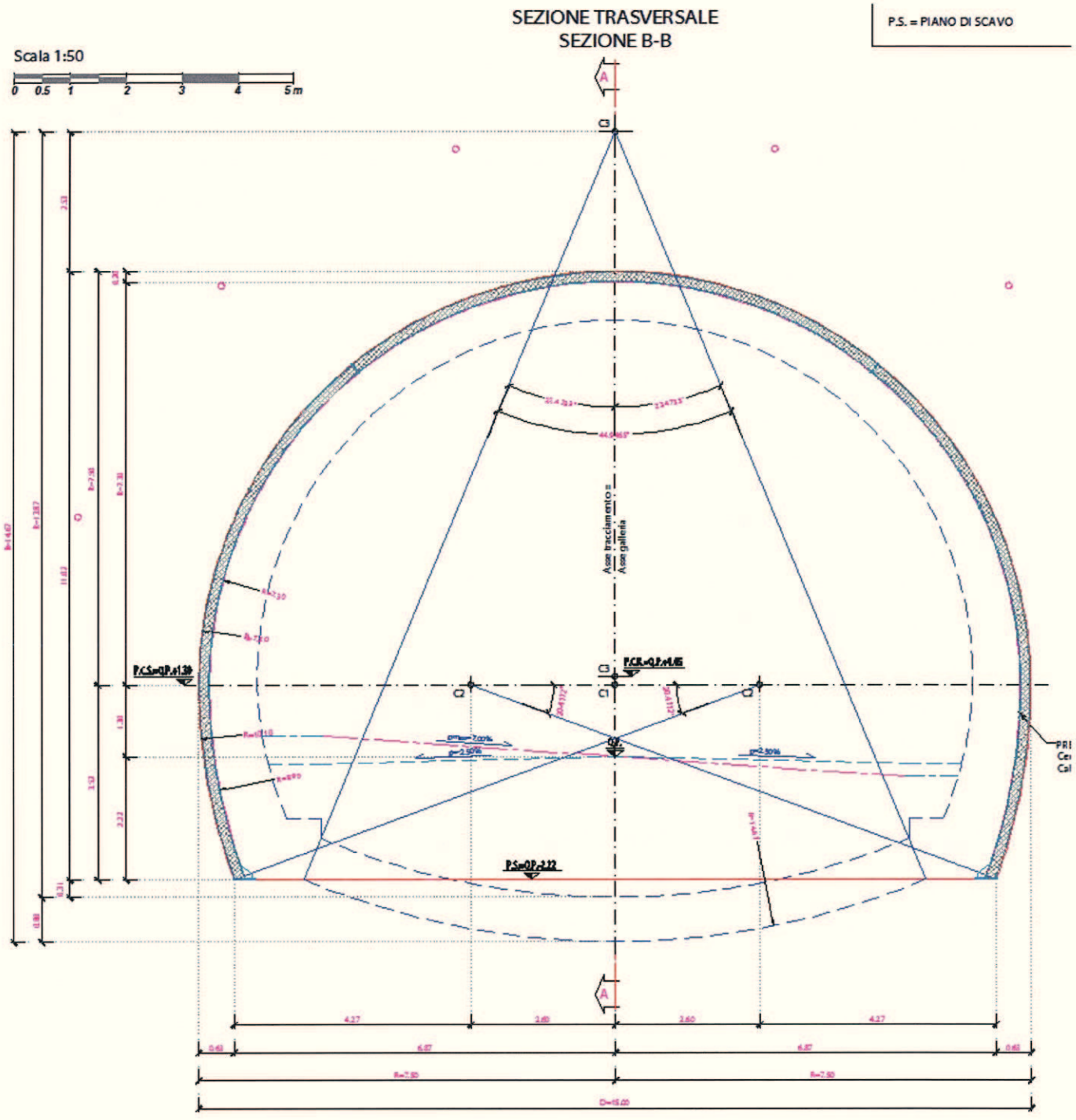


Fig. 10-3 Sezione di scavo tipo B3.

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 10 cm sull'intera superficie del fronte.

FASE 2: PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE - OGNI 10.00 m DI AVANZAMENTO

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 3 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 4: SCAVO

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo a piena sezione con sfondo massimo di 2.00 m, sagomatura del fronte a forma concava.

FASE 5: PRERIVESTIMENTO

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cavo, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 20 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 6: GETTO DI MURETTE ED ARCO ROVESCIO

Esecuzione del getto delle murette laterali e dell'arco rovescio. Il getto delle murette laterali precederà il getto dell'arco rovescio di una distanza pari al diametro equivalente di scavo. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo dipenderà dalle misure sperimentali di convergenza del cavo. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 7: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 8: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

INCLUSIONI PASSIVE DI PRECONSOLIDAMENTO	n° 32 INCLUSIONI PASSIVE - L=15.00 m
	PREFORO Ø110 mm - INCLIN. RADIALE 8.7479%-6.5543%-4.3661%
	ARMATURA IN TUBI DI VTR Ø60 mm sp 10 mm
CENTINE METALLICHE	2 IPN 180/1.00 m
CALCESTRUZZO PROIETTATO CALCESTRUZZO PROIETTATO FIBRORINFORZATO	AL CONTORNO sp 20cm
	AL FRONTE sp 10 cm
	FIBRE DI RINFORZO POLIPROPILENICHE

10.2.3 Sezione tipo C1

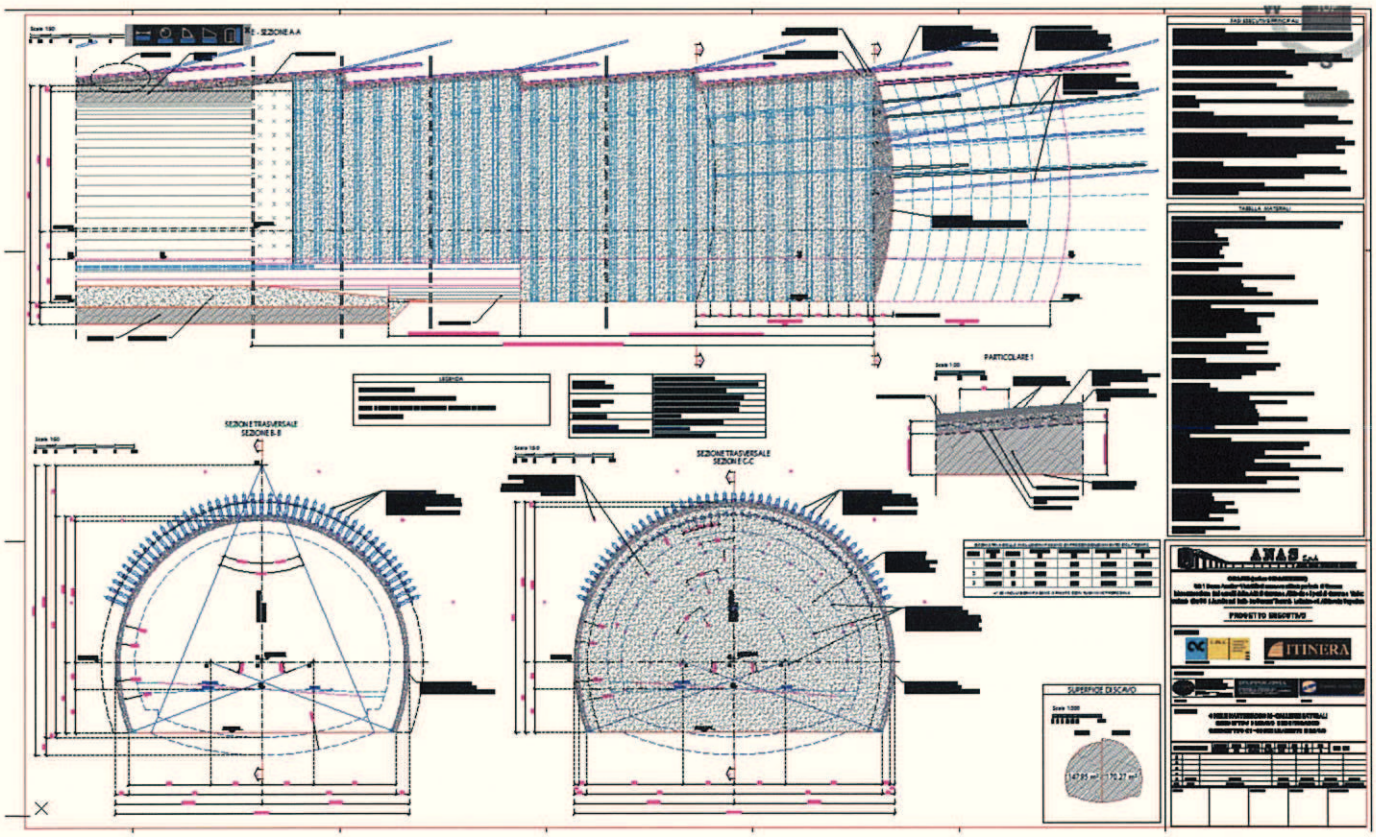


Fig. 10-4 Scavo con sezione tipo C1.

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 10 cm sull'intera superficie del fronte, nei fronti di consolidamento, di spessore minimo 5 cm nei fronti di solo avanzamento.

FASE 2: PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE - OGNI 9.00 m DI AVANZAMENTO

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 3: PRESOSTEGNO AL CONTORNO - OGNI 9.00 m DI AVANZAMENTO

Esecuzione della coronella di infilaggi di presostegno dell'ammasso al fronte.

FASE 4 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 5: SCAVO

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo a piena sezione con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava.

FASE 6: PRERIVESTIMENTO

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cavo, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 7: GETTO DI MURETTE ED ARCO ROVESCIO

Esecuzione del getto delle murette laterali e dell'arco rovescio. Il getto delle murette laterali precederà il getto dell'arco rovescio di una distanza pari al campo di avanzamento. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo dipenderà dalle misure sperimentali di convergenza del cavo. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 8: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 9: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

10.3. SEZIONI TIPO C2, C3 E C4 DI ALLARGO

Le sezioni C2, C3 e C4 di allargo derivano dallo scavo a camerone. L'estensione della piattaforma stradale è variabile in ragione dell'innesto della rampa H con la strada principale.

Le sezioni si susseguono quindi con C2, all'imbocco Est, 25.80m max, ed al di sotto del muro ad arco, per poi passare alla C3,ed infine alla C4, in corrispondenza dell'ex-AIAS. Successivamente, terminato l'innesto, la sezione diviene quella standard e lo scavo avviene mediante fresa scudata.

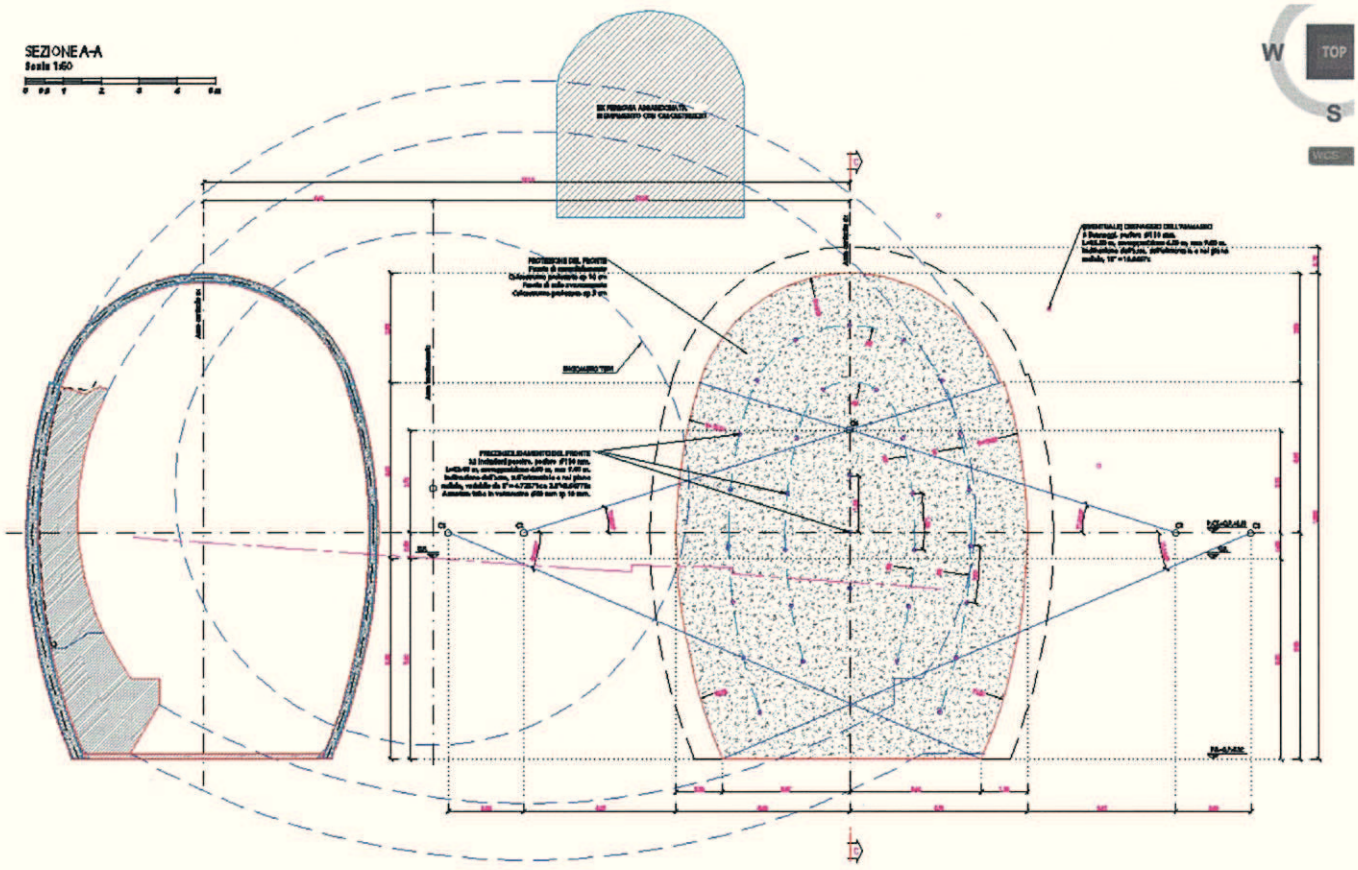


Fig. 10-5 Una fase esecutiva dello scavo sezione tipo C2.

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE DI SCAVO DEL CUNICOLO SX

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 10 cm sull'intera superficie del fronte, nei fronti di consolidamento, di spessore minimo 5 cm nei fronti di solo avanzamento.

FASE 2: PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE DEL CUNICOLO SX

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 3 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 4: SCAVO DEL CUNICOLO SX

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo a piena sezione con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava. Lo scavo sarà fatto avanzare fino alla progressiva finale di applicazione della sezione tipo C2, quindi per una lunghezza complessiva di 9.00 m. Ripetere gli interventi di preconsolidamento e drenaggio (eventuale) dell'ammasso al fronte terminale (secondo quanto previsto dalla successiva sezione tipo C3) prima di continuare lo scavo per la sezione tipo C2.

FASE 5: PRERIVESTIMENTO DEL CUNICOLO SX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cunicolo, costituite da centine metalliche, disposte con passo longitudinale di 1.00 m, da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 35 cm sul piedritto esterno e 25 cm sul piedritto interno e arco di calotta, da soletta di base in calcestruzzo di spessore 15 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene, quindi si procederà alla esecuzione dello strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato.

FASE 6: GETTO DELLA MURETTA LATERALE DEL CUNICOLO SX SUL FIANCO ESTERNO

Esecuzione del getto della muretta laterale fino a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 7: IMPERMEABILIZZAZIONE DEL PIEDRITTO DEL CUNICOLO SX

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate a tergo dell'impronta del piedritto laterale.

FASE 8: GETTO DEL PIEDRITTO DEL CUNICOLO SX

Esecuzione del getto del piedritto laterale fino a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 9: SCAVO DEL CUNICOLO DX

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo a piena sezione con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava. Lo scavo sarà fatto avanzare fino alla progressiva finale di applicazione della sezione tipo C2, quindi per una lunghezza complessiva di 9.00 m. Ripetere gli interventi di preconsolidamento e drenaggio (eventuale) dell'ammasso al fronte terminale (secondo quanto previsto dalla successiva sezione tipo C3) prima di continuare lo scavo per la sezione tipo C2.

FASE 10: PRERIVESTIMENTO DEL CUNICOLO DX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cunicolo, costituite da centine metalliche, disposte con passo longitudinale di 1.00 m, da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 35 cm sul piedritto esterno e 25 cm sul piedritto interno e arco di calotta, da soletta di base in calcestruzzo di spessore 15 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene, quindi si procederà alla esecuzione dello strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato.

FASE 11: GETTO DELLA MURETTA LATERALE DEL CUNICOLO DX SUL FIANCO ESTERNO

Esecuzione del getto della muretta laterale fino a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 12: IMPERMEABILIZZAZIONE DEL PIEDRITTO DEL CUNICOLO DX

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate a tergo dell'impronta del piedritto laterale.

FASE 13 GETTO DEL PIEDRITTO DEL CUNICOLO DX

Esecuzione del getto del piedritto laterale fino a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 14: RIEMPIMENTO PARZIALE DEI CUNICOLI LATERALI

Riempimento con materiale di risulta degli scavi per innalzare il piano di lavoro alla quota rappresentata.

FASE 15: PRESOSTEGNO AL CONTORNO DI SCAVO DI CALOTTA E PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE

Esecuzione della coronella di infilaggi di presostegno dell'ammasso nel numero e nella posizione illustrata.

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 16: SCAVO DI CALOTTA

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo parziale di calotta con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava. Demolizione parziale delle strutture di prerivestimento dei cunicoli laterali. Lo scavo sarà fatto avanzare fino alla progressiva finale di applicazione della sezione tipo C2. Ripetere gli interventi di presostegno e preconsolidamento dell'ammasso al fronte (secondo quanto previsto per la sezione tipo C3) prima di continuare lo scavo per la sezione tipo C2.

FASE 17: PRERIVESTIMENTO DELLA CALOTTA

Esecuzione delle strutture di prerivestimento della calotta, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 35 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene, quindi si procederà alla esecuzione dello strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato.

FASE 18: ASPORTAZIONE DEL MATERIALE DI RIEMPIMENTO DEI CUNICOLI E SCAVO DI RIBASSO

Asportazione del materiale portato a riempimento parziale dei cunicoli, scavo di ribasso del nucleo centrale e demolizione delle strutture di prerivestimento dei cunicoli sui lati interni.

FASE 19: SCAVO E GETTO DELL'ARCO ROVESCIO

Esecuzione dello scavo e del getto dell'arco rovescio. Il getto verrà fermato a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 20: IMPERMEABILIZZAZIONE DI CALOTTA

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, per saldatura dei lembi all'impermeabilizzazione dei piedritti laterali.

FASE 21: GETTO DELL'ARCO DI CALOTTA

Esecuzione del getto dell'arco di calotta fino a distanza di 2.00 m dal fronte di scavo terminale.

FASE 22: COSTRUZIONE DELLA SELLA DI SCORRIMENTO PER L'AVANZAMENTO DELLA TBM

Realizzazione sella di scorrimento per avanzamento della TBM. La costruzione può essere rimandata al termine delle fasi realizzative previste per le sezioni tipo allargate con scavo in tradizionale C2, C3 e C4.

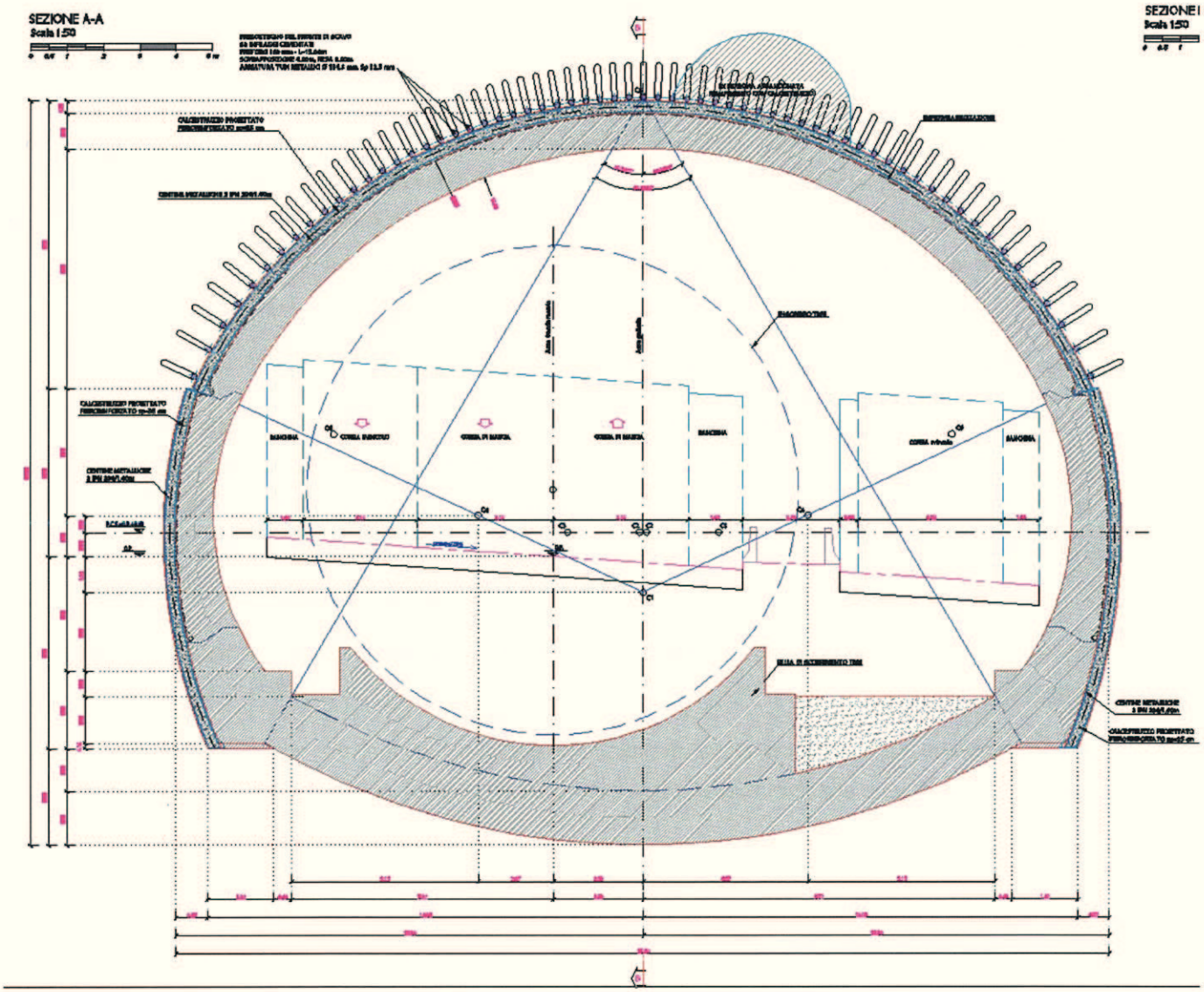


Fig. 10-6 Sezione tipo C2. Carpenterie finali e sella per passaggio TBM.

10.3.1 Sezione tipo C3

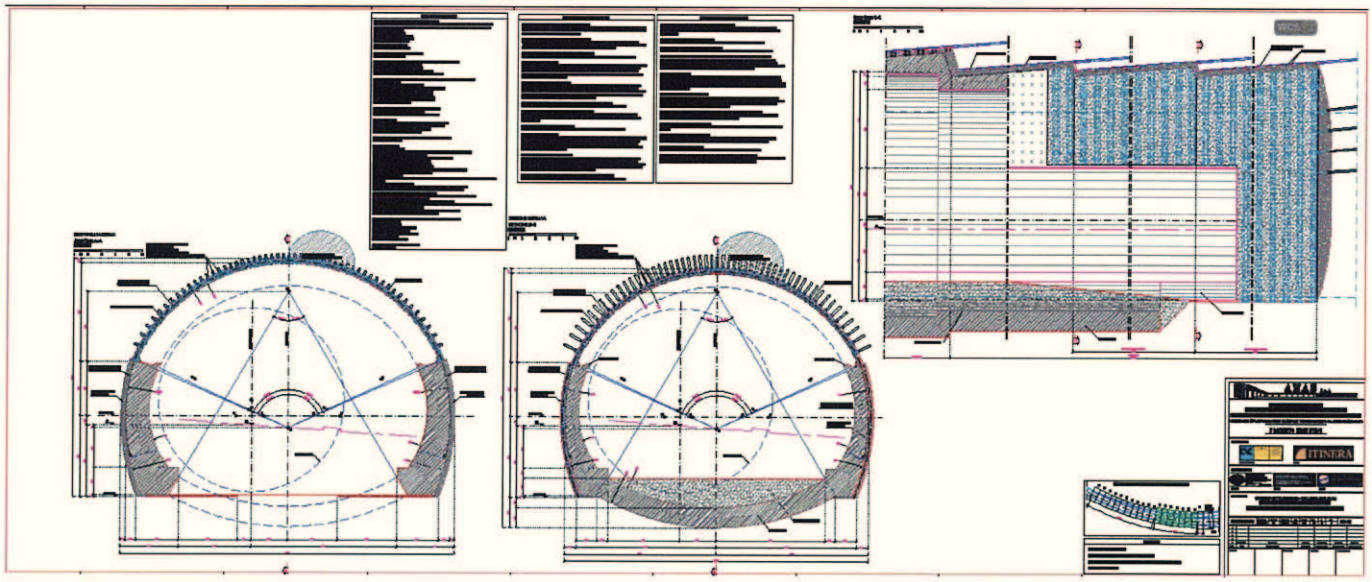


Fig. 10-7 Sezione tipo C3

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 10 cm sull'intera superficie del fronte, nei fronti di consolidamento, di spessore minimo 5 cm nei fronti di solo avanzamento.

FASE 2: PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE - OGNI 9.00 m DI AVANZAMENTO

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 3 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 4: SCAVO DI CALOTTA

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di calotta con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava. Lo scavo sarà fatto avanzare fino alla progressiva finale di applicazione della sezione tipo C4, quindi per una lunghezza complessiva di 99.00 m.

FASE 5: PRERIVESTIMENTO

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cavo, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 6: SCAVO DI RIBASSO LATO SX

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di ribasso a campioni di lunghezza massima 4.00 m.

FASE 7: PRERIVESTIMENTO LATO SX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento della parete di scavo esposta costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 8: SCAVO DI RIBASSO LATO DX (IN RITARDO DI ALMENO 30.00 m RISPETTO ALLO SCAVO DI RIBASSO IN SX)

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di ribasso a campioni di lunghezza massima 4.00 m.

FASE 9: PRERIVESTIMENTO LATO DX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento della parete di scavo esposta costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 10: GETTO DELLE MURETTE LATERALI

Esecuzione del getto delle murette laterali. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo di ribasso non dovrà superare 45.00 m. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 11: SCAVO E GETTO DELL'ARCO ROVESCIO

Esecuzione dello scavo e del getto dell'arco rovescio. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

FASE 12: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 13: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

10.3.2 Sezione tipo C4

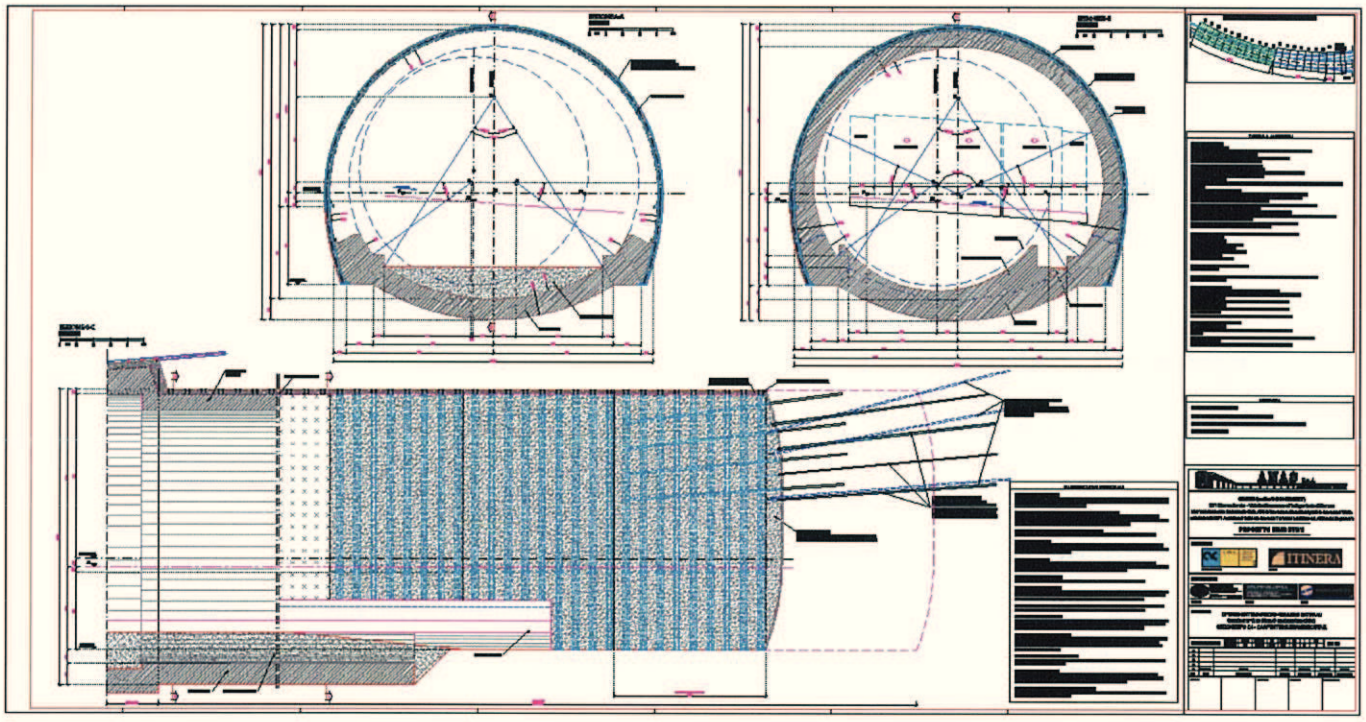


Fig. 10-8 Sezione tipo C4.

Le fasi esecutive sono:

FASE 1: PROTEZIONE DEL FRONTE

Accurato disgaggio di porzioni di ammasso disconnesse e potenzialmente instabili. Immediata esecuzione di strato di calcestruzzo proiettato di spessore minimo 10 cm sull'intera superficie del fronte, nei fronti di consolidamento, di spessore minimo 5 cm nei fronti di solo avanzamento.

FASE 2: PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE - OGNI 9.00 m DI AVANZAMENTO

Esecuzione delle inclusioni passive di preconsolidamento dell'ammasso al fronte di scavo. Eventualmente, in funzione delle misure di estrusione del fronte e di convergenza del cavo, si integreranno i consolidamenti necessari a riportare gli spostamenti sperimentali in eccesso al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 3 (EVENTUALE): DRENAGGIO DELL'AMMASSO AL CONTORNO

Esecuzione dei drenaggi dell'ammasso al contorno di scavo, disposti nel numero e nella tipologia indicati.

FASE 4: SCAVO DI CALOTTA

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di calotta con sfondo massimo di 1.00 m, sagomatura del fronte a forma concava. Lo scavo sarà fatto avanzare fino alla progressiva finale di applicazione della sezione tipo C4, quindi per una lunghezza complessiva di 99.00 m.

FASE 5: PRERIVESTIMENTO

Esecuzione delle strutture di prerivestimento del cavo, costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 6: SCAVO DI RIBASSO LATO SX

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di ribasso a campioni di lunghezza massima 4.00 m.

FASE 7: PRERIVESTIMENTO LATO SX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento della parete di scavo esposta costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 8: SCAVO DI RIBASSO LATO DX (IN RITARDO DI ALMENO 30.00 m RISPETTO ALLO SCAVO DI RIBASSO IN SX)

Esecuzione con mezzo meccanico dello scavo di ribasso a campioni di lunghezza massima 4.00 m.

FASE 9: PRERIVESTIMENTO LATO DX

Esecuzione delle strutture di prerivestimento della parete di scavo esposta costituite da centine metalliche disposte con passo longitudinale di 1.00 m e da strato di calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con spessore minimo di 25 cm. Appena eretta la centina deve essere collegata alla precedente attraverso le apposite catene.

FASE 10: GETTO DELLE MURETTE LATERALI

Esecuzione del getto delle murette laterali. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo di ribasso non dovrà superare 45.00 m. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 11: SCAVO E GETTO DELL'ARCO ROVESCIO

Esecuzione dello scavo e del getto dell'arco rovescio. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

FASE 12: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 13: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

10.4. SCAVO MECCANIZZATO CON TBM

Lo scavo mediante fresa scudata comporta l'adizione di conci prefabbricati montati ed resi solidali con la roccia mediante iniezione a tergo dello scudo.

Il sistema di conci consente di seguire la livelletta ed il tracciato planimetrico mediante l'adozione del 'concio universale'.

Sono stati definiti 11 geometrie di concio: A1, A2, A3, A4, A5, B1dx, B2dx, Kdx, B1sx, B2sx, Ksx.

I segmenti prefabbricati sono poi suddivisi in 2 tipologie di armatura: "L" (Light) e "P" (pesante), applicate sulla base delle spinte di progetto d'ammasso e sul concio assialmente da parte dei martinetti della fresa.

Come desumibile dalla relazione geologica e geotecnica, nonché dalle relazioni relative alle gallerie, resta, indipendentemente dalla profondità dell'opera, l'incognita geologico – geotecnica relativa alla potenziale presenza di fronti fortemente eterogenei, generati dalla stessa natura e storia geologica (intrusioni, fasi poli-metamorfiche, milonitizzazione, pieghe, e faglie fragili) dei terreni da attraversare. Tale indeterminatezza di dettaglio è stata gestita attraverso un'attenta scelta dei profili di scavo e sostegno che si intende applicare. Pertanto esiste la possibilità di incontrare in modo non prevedibile allo scavo della galleria fronti con caratteristiche fortemente eterogenee, in grado di generare potenziali carichi gravitativi sullo scudo della TBM e sui conci, motivo per il quale, al fine di abbattere il suddetto rischio, la scelta dell'armatura del concio viene effettuata su quella "HP" per tutti i tratti di galleria scavati con scavo meccanizzato.

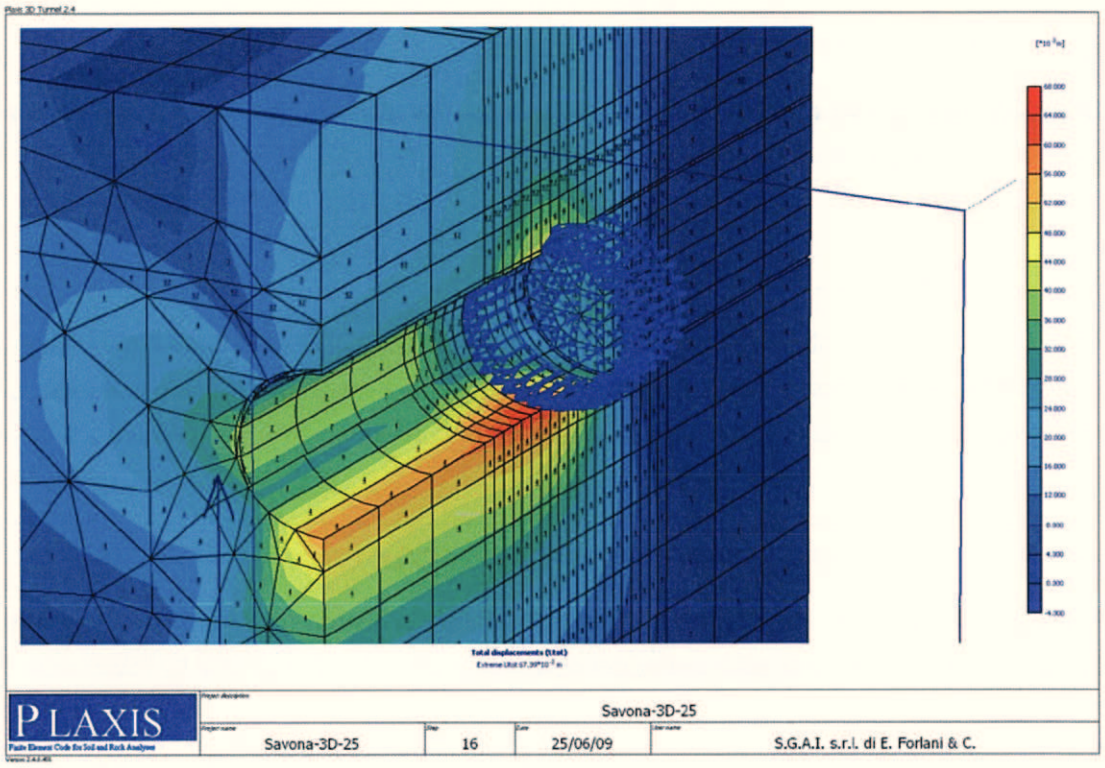


Fig. 10-9 Modellazine dello scavo con fresa scudata.

10.4.1 Note sul calcolo del concio

Seguendo quanto previsto nel metodo A.DE.CO-RS[2], l'analisi del comportamento degli ammassi allo scavo in sotterraneo, l'individuazione degli opportuni interventi di consolidamento, prerivestimento, rivestimento definitivo, la definizione del programma di monitoraggio per il controllo dello scavo, sono attività che ricadono nelle ultime due fasi delle tre previste la progettazione di una galleria:

- la fase conoscitiva;
- la fase di diagnosi;
- la fase di terapia.

Per l'esposizione della fase conoscitiva, cioè per comprendere come si sia giunti alla definizione del modello geotecnico-geomeccanico di riferimento, occorre rifarsi alla relazione "Opere d'Arte Maggiori – Gallerie Naturali – Relazione Geotecnica delle Opere in Sotterraneo". In ogni caso, per maggiore comprensione della trattazione, saranno sinteticamente riportati i risultati della fase conoscitiva anche in questa relazione, rendendo esplicite le ipotesi che stanno alla base della scelta dei parametri di resistenza e deformazione necessari alla individuazione del comportamento degli ammassi allo scavo.

Riassumendo, la presente relazione affronta i seguenti argomenti:

- analisi dei dati sperimentali e bibliografici e descrizione del modello geotecnico-geomeccanico di riferimento;
- analisi e previsione del comportamento degli ammassi allo scavo con verifiche di stabilità al fronte di scavo ed a tergo del fronte;
- definizione delle tipologie di intervento ritenute adeguate a conferire caratteri di stabilità allo scavo e resistenza alle strutture;
- verifica delle scelte progettuali per mezzo di analisi dedicate a valutarne i diversi aspetti.

Le analisi e le verifiche saranno eseguite seguendo le prescrizioni e le procedure del D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

---

[2] LUNARDI P. – "The Design and Construction of Tunnels using the Approach Based on the Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils" – Tunnel & Tunnelling Int., suppl. Maggio 2000.

LUNARDI P. – "Progetto e Costruzione di Gallerie – Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli (A.DE.CO-RS)" – Ed.Hoepli, 2006.

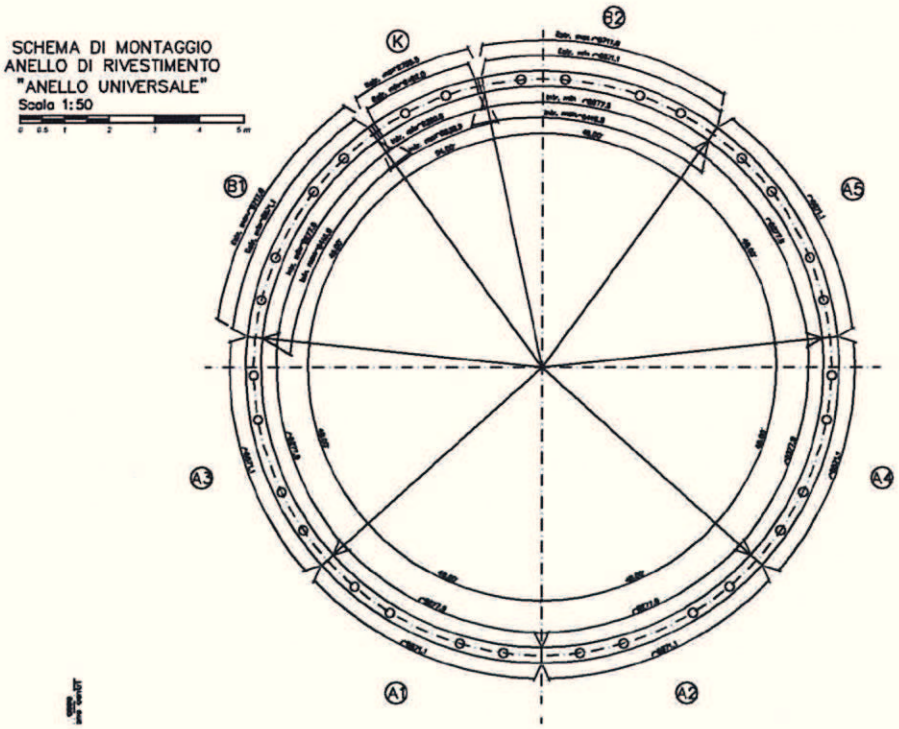


Fig. 10-10 Schema dell'anello universale.

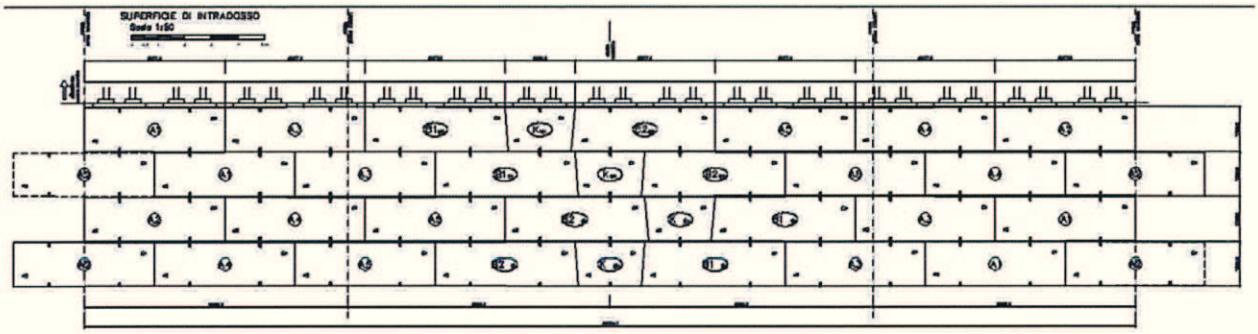


Fig. 10-11 Sviluppo planimetrico

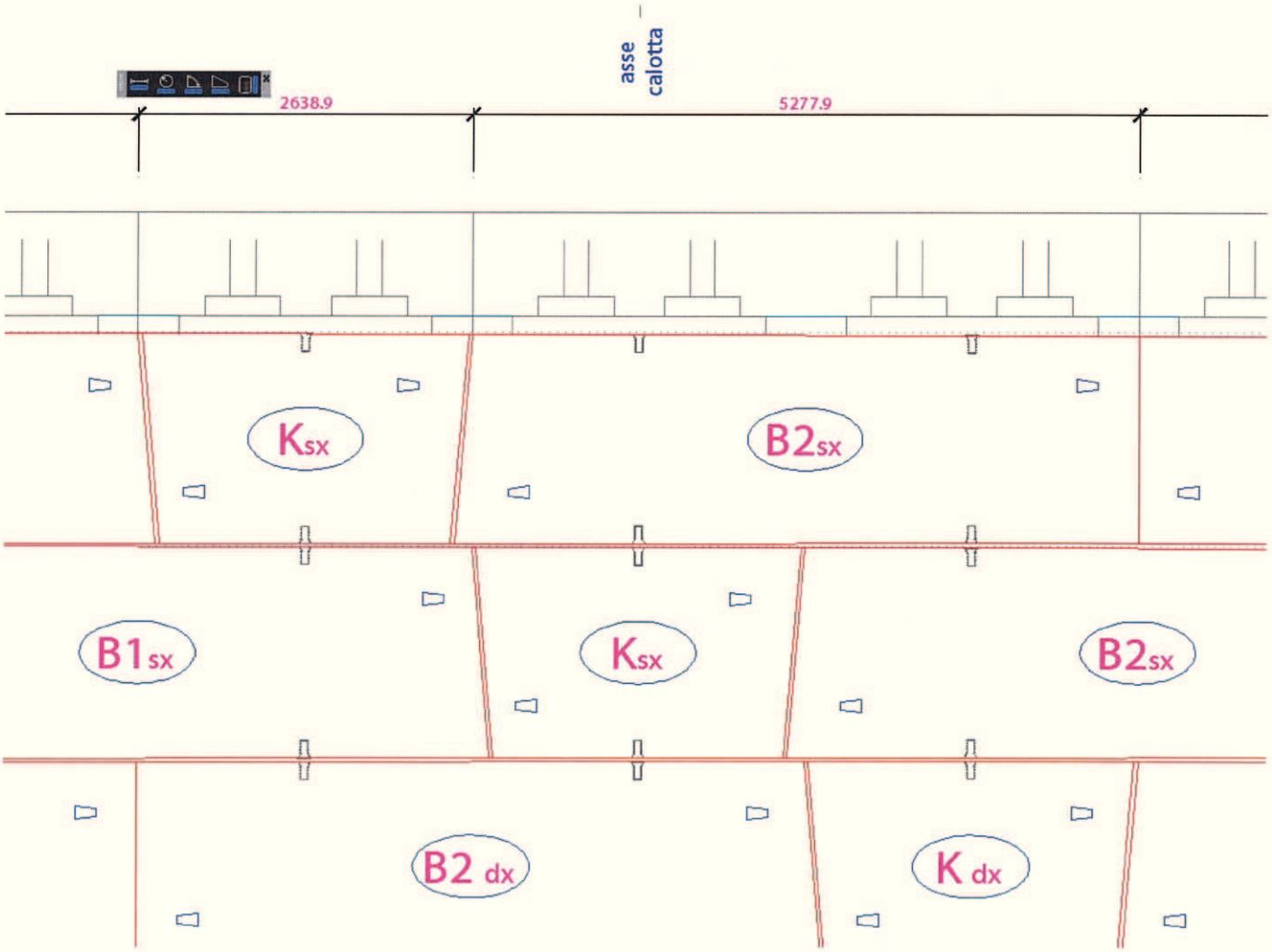


Fig. 10-12 Dettaglio del sistema di conci. Asse calotta al centro.

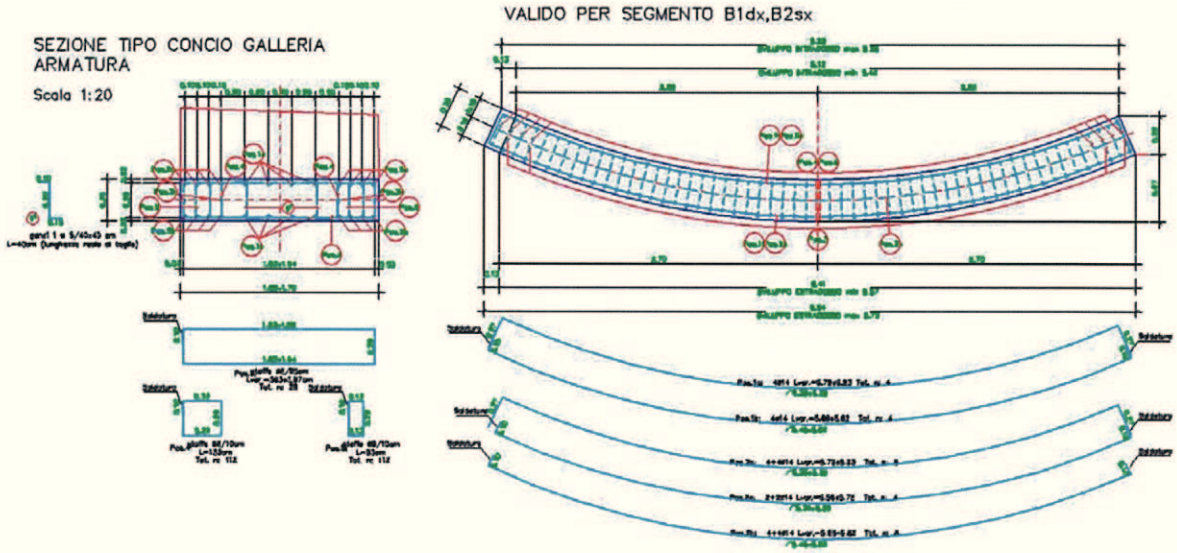


Fig. 10-13 Armature del concio

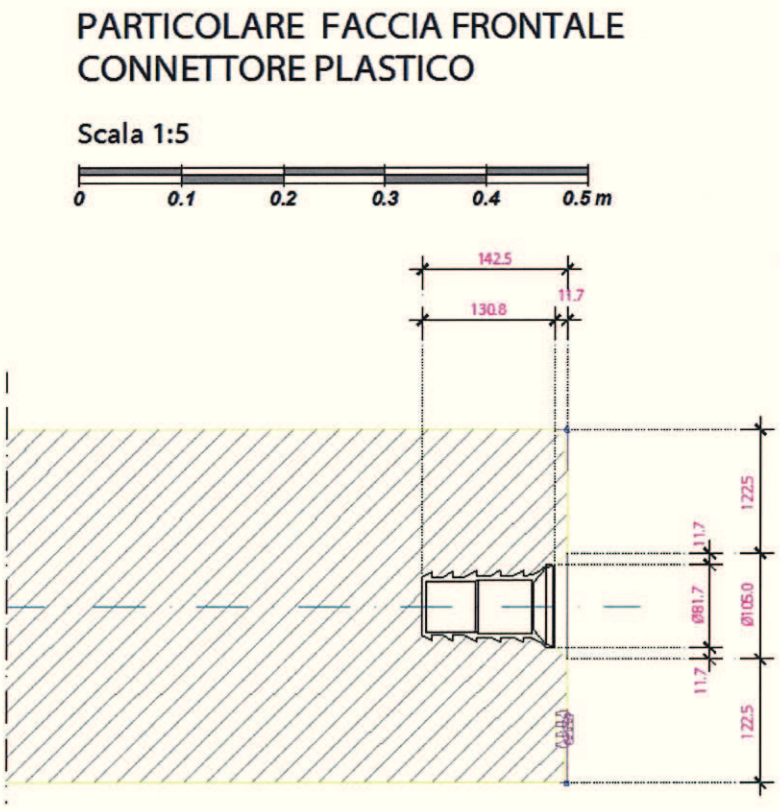


Fig. 10-14 Dettaglio del connettore plastico fra i conci.

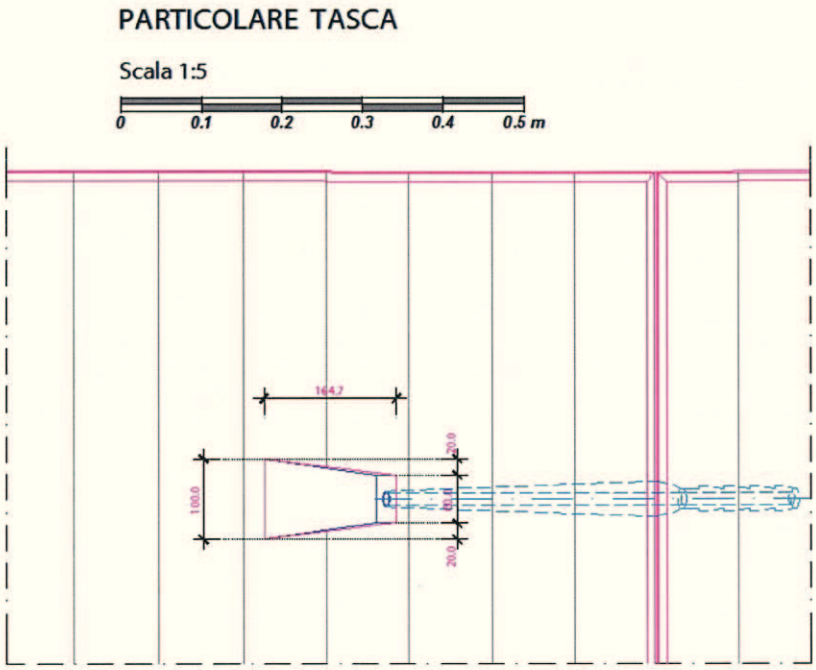


Fig. 10-15 Particolare della tasca.

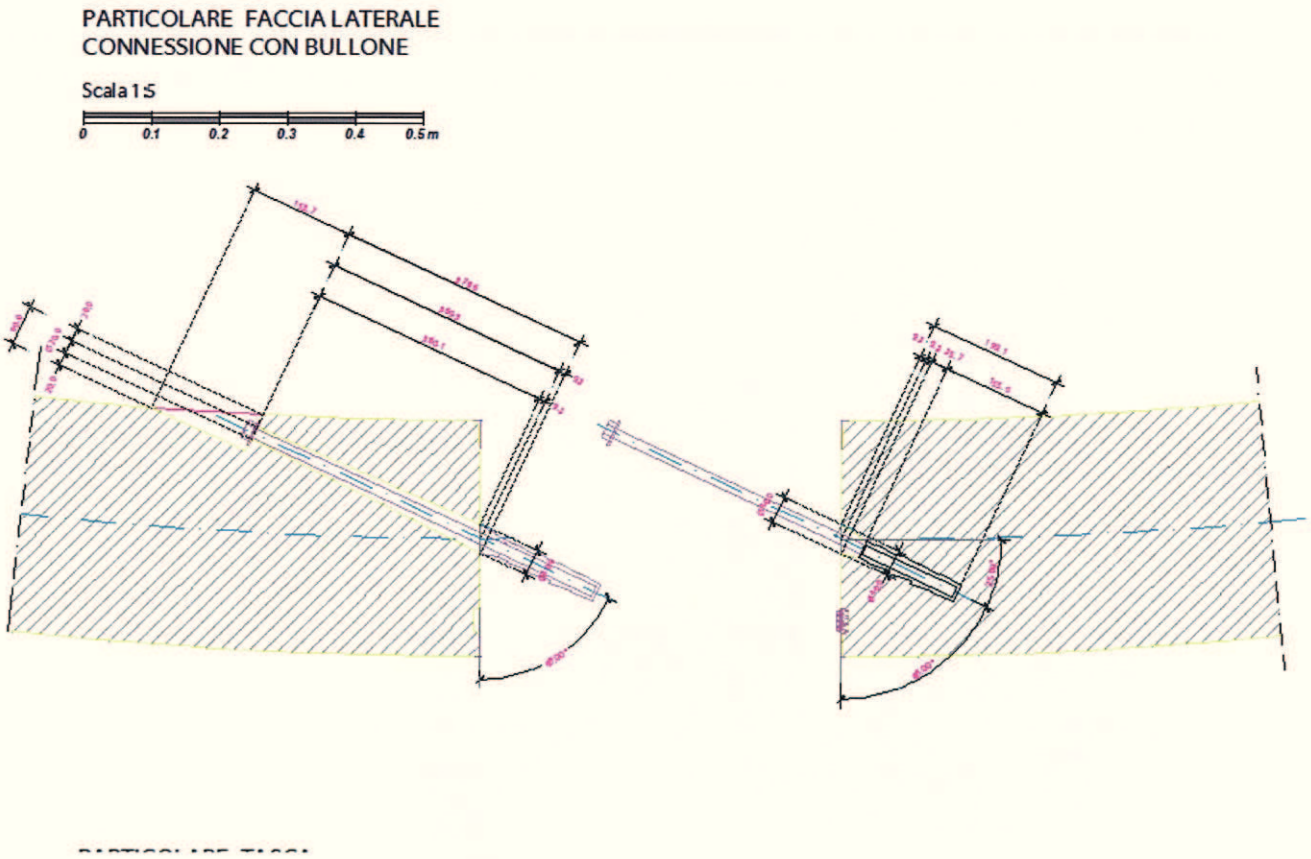


Fig. 10-16 Particolare faccia laterale connessione con bullone.

I conci L, P e HP sono distinti da maggiore incidenza di armatura metallica radiale, cioè di armatura che deve contenere le spinte di lungo termine.

I profili geomeccanici definiti nel progetto esecutivo sono il frutto di indagini approfondite, di rielaborazione e interpretazioni come ampiamente documentato nelle relative relazioni.

I profili e le parametrizzazioni conseguenti sono, chiaramente, indicativi e presuntivi del comportamento geomeccanico dei terreni e rocce interessati dagli scavi. I valori definiti e riportati riassumono quindi il comportamento d'ammasso nei confronti delle dimensioni dello scavo: sono riassuntivi per progressiva.

Le verifiche sulla stabilità del cavo nelle varie fasi esecutive e in quelle definitive sono state effettuate assumendo le condizioni critiche per tratti di progressive, coperture, parametri caratteristici ecc, nell'ambito delle conoscenze acquisite.

Il cavo è rappresentato da una sezione di circa 150mq e i parametri indicati nel profilo geomeccanico sono rappresentativi e indicativi del comportamento 'medio' dell'ammasso sulla sezione di 150mq.

Dalle indagini propedeutiche al dimensionamento e verifica di progetto esecutivo si sono riscontrate variazioni locali nel comportamento geomeccanico d'ammaso, ciò principalmente dovuto all'aumento di fratturazione, in secondo ordine a differenti condizioni di alterazione, (soprattutto per zone in bassa copertura), e da variazioni della scistosità.

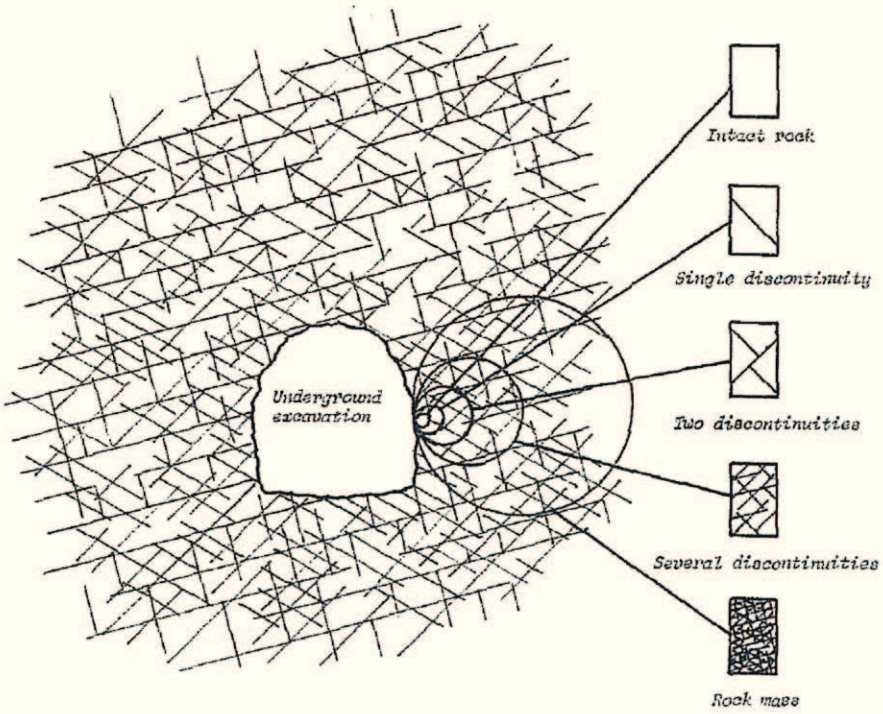


Fig. 10-17 Differenti condizioni che si possono riscontrare nei rapporti tra fratturazione e dimensione dell'opera.

Tali variazioni se non intervengono nella caratterizzazione d'ammasso a livello dell'intera sezione di scavo possono comportare e portare, localmente, condizioni peggiorative di carico e di interazione con la struttura.

La sezione HP nasce da queste aggiuntive verifiche, resesi necessarie dall'evidenza di queste variazioni locali in coerenza le indagini geognostiche.

Posto che non è prevedibile in quale progressiva e in quale parte della sezione di scavo queste variazioni verranno incontrate, non è da considerarsi cautelativo, ma necessario, adottare e dimensionare il concio e l'intera sezione con queste azioni locali.

10.5. SEZIONI TIPO PIAZZOLA

La sezione tipo 'Piazzola" è introdotta per l'esecuzione delle piazzole successive allo scavo TBM. L'allargamento viene effettuato mediante consolidamento, demolizione, allargamento dei tratti interessati.

E' attività 'tradizionale' successiva allo scavo mediante fresa scudata.

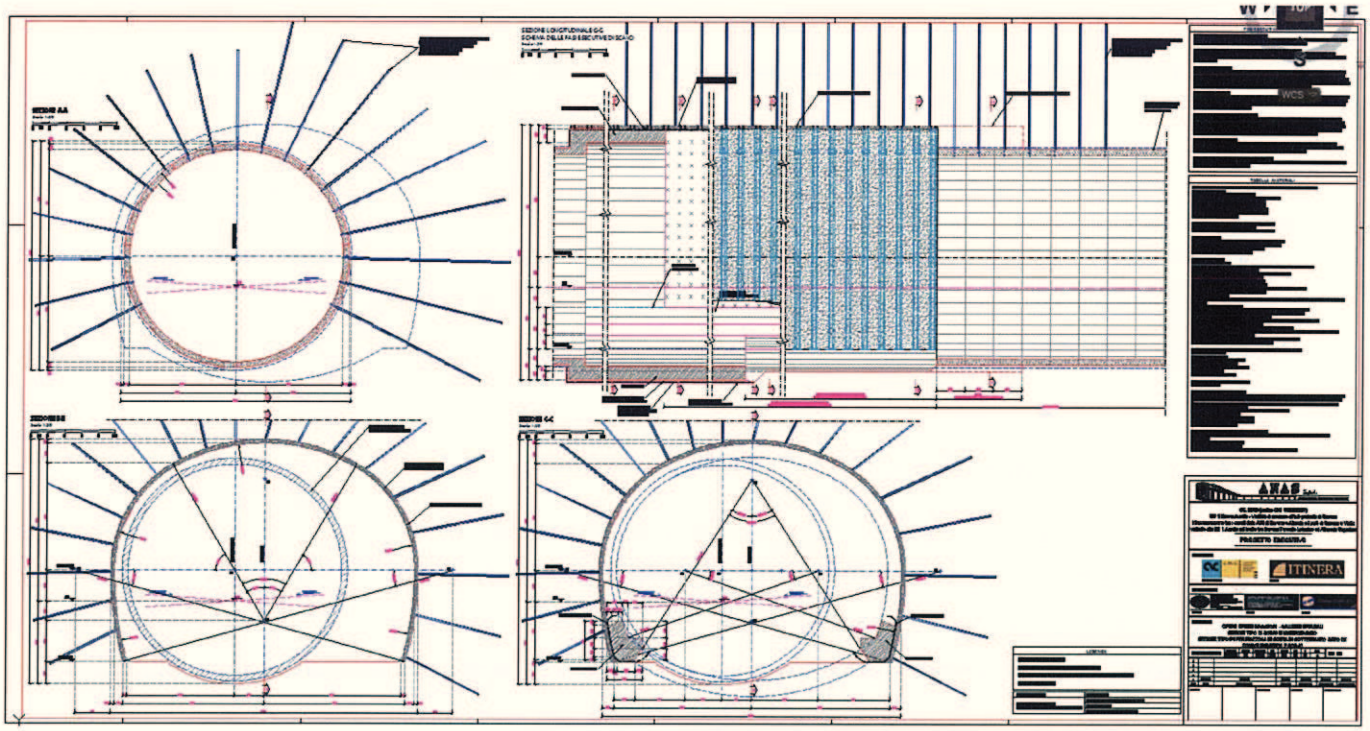


Fig. 10-18 Fasi esecutive piazzola. Consolidamenti dell'anello TBM e ammasso, demolizione.

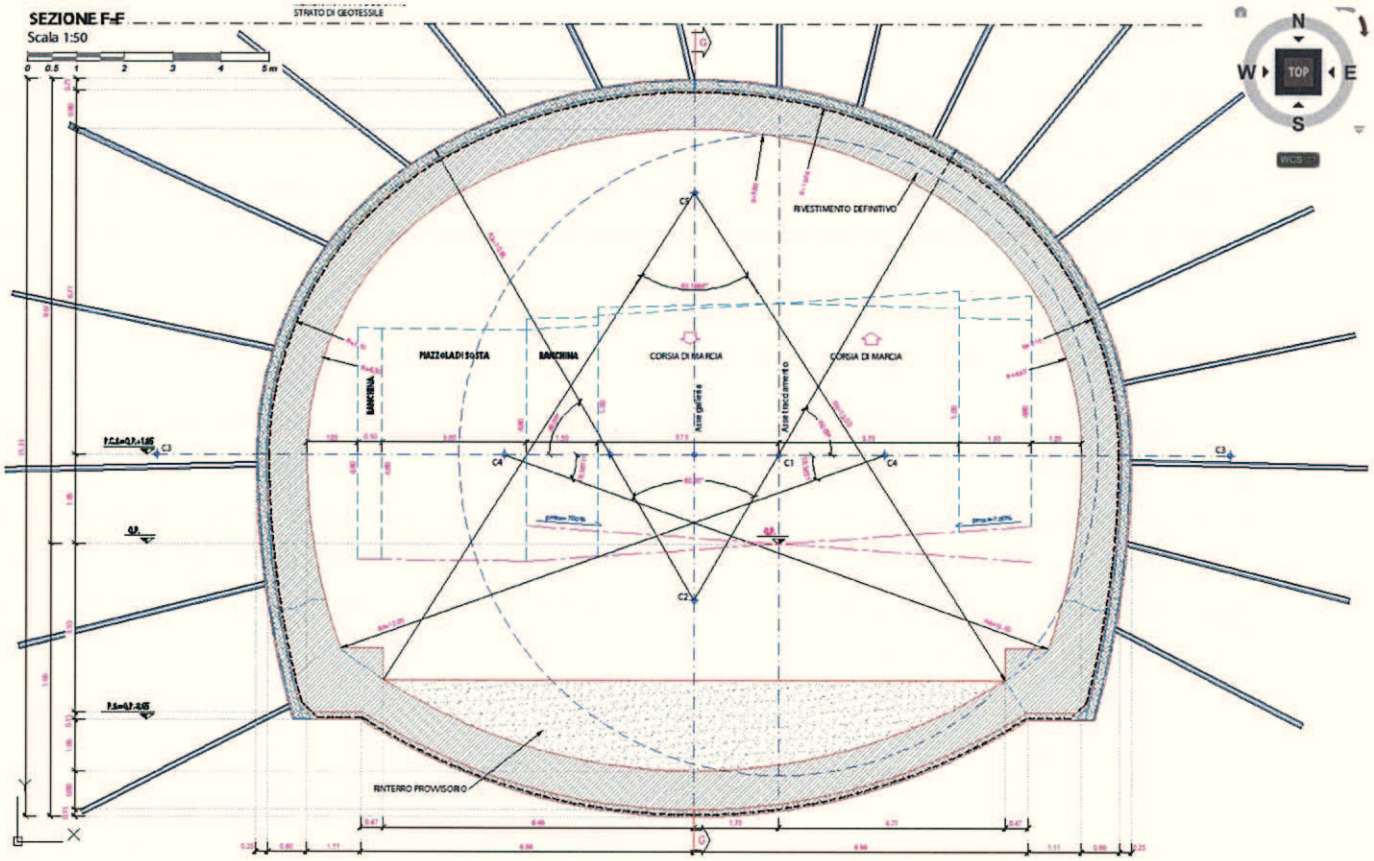


Fig. 10-19 Carpenterie Piazzola.

FASE 1: SCAVO MECCANIZZATO TRAMITE FRESA (TBM)

Avanzamento della fresa (TBM) per spinta contro anelli di segmenti prefabbricati in calcestruzzo armato, intasati a tergo con miscela cementizia additivata con agenti ritardanti/acceleranti della presa.

FASE 2 : CONSOLIDAMENTO RADIALE DELL'AMMASSO AL CONTORNO DI SCAVO

il consolidamento radiale dell'ammasso, costituito da chiodatura radiale armata con elementi strutturali in vetroresina di lunghezza variabile da 6.00 m a 10.00 m, con spaziatura longitudinale e trasversale di 1.50 m, viene eseguito _____

FASE 3 : SCAVO DI ALLARGO

Lo scavo di allargo, per passare dalla geometria della sezione tipica dei conci montati prefabbricati alla geometria della P1, viene eseguito al termine delle operazioni di scavo di prima fase sulla estensione totale della piazzola di sosta. lo scavo viene eseguito con uso di esplosivo controllando le vibrazioni trasmesse e tramite mezzo meccanico dove lo spessore di ammasso da scavare e' ridotto. Lo sfondo massimo e' di 5.10 m eseguito l'abbattimento, prima di qualsiasi ulteriore operazione, e' necessario l'accurato disgaggio delle superfici di scavo.

FASE 4 : PRERIVESTIMENTO

Al termine di ogni singolo sfondo di allargo, completate le operazioni di smarino del materiale roccioso abbattuto, si procede alla messa in opera delle strutture di prerivestimento, composte da centine metalliche con passo 1.00 m e da calcestruzzo proiettato fibrorinforzato di spessore 25 cm. Le centine, appena erette, dovranno essere collegate alle precedenti attraverso apposite catene.

FASE 5: GETTO DI MURETTE ED ARCO ROVESCIO

Esecuzione del getto delle murette laterali e dell'arco rovescio. Il getto delle murette laterali precederà il getto dell'arco rovescio di una distanza pari o inferiore al diametro equivalente di scavo. La distanza massima del getto delle murette laterali dal fronte di scavo dipenderà dalle misure sperimentali di convergenza del cavo. Nel caso in cui le misure dimostrassero il superamento della soglia di attenzione delle convergenze attese, si provvederà a ravvicinare il getto delle murette laterali al fronte di scavo secondo quanto stabilito dalla D.L.

FASE 6: IMPERMEABILIZZAZIONE

Posa in opera della membrana plastica di impermeabilizzazione con retrostante strato di compensazione in geotessile, tessuto non tessuto, e tubazioni di drenaggio longitudinali microfessurate. L'esecuzione precederà il getto del rivestimento definitivo di calotta per una lunghezza non inferiore a 9.00 m.

FASE 7: GETTO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO IN CALOTTA

Esecuzione del getto del rivestimento definitivo in calotta. La distanza dal fronte dovrà essere regolata in funzione del comportamento deformativo del cavo.

10.6. GALLERIA GRANA

10.6.1 Imbocchi

Imbocco EST

L'imbocco est della galleria naturale "Grana" è posizionato in modo da garantire una copertura minima di circa 3,0 m sull'asse della galleria. A differenza del progetto definitivo, la tipologia di "attacco" per lo scavo dell' imbocco est ha subito una sostanziale modifica. Nel progetto definitivo era previsto un consolidamento dei terreni e delle rocce interessate dall'opera d'imbocco mediante jet grouting. Alla luce della campagna geognostica eseguita durante il progetto esecutivo, nella quale è emersa la presenza di materiale roccioso (coltre detritica derivante dall'alterazione del substrato roccioso nei primi metri e substrato roccioso costituito da paragneiss a biotite e muscovite, localmente anfibolitici, noti come "Gneiss di Albissola") si è ritenuto opportuno sostituire tale intervento mediante la realizzazione di un'opera di contenimento provvisionale degli scavi .

Nello sviluppo planimetrico del progetto esecutivol'imbocco ha subito un'ulteriore modifica, per allineare l'uscita della galleria con la rotatoria di svincolo "Sansobbia" per l'allargamento dell'esistente ponte "Pertini" solo sulla sponda Nord.

La zona d'imbocco sarà completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 16.50 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 5.50 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale.l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre Φ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori Φ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

Imbocco OVEST

L'imbocco ovest della galleria naturale "Grana" è posizionato in modo da garantire una copertura minima di circa 3,0 m sull'asse della galleria. A differenza del progetto definitivo, la tipologia di "attacco" per lo scavo dell' imbocco ovest non ha subito sostanziali modifiche. La variazione più importante è stata quella di arretrare il fronte di imbocco di circa 5m. la soluzione del progetto definitivo non garantiva la copertura minima di 3m a causa della parietalità della galleria.

La zona d'imbocco sarà completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 18.00 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 7.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre Φ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori Φ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

10.6.2 scavo tradizionale

La galleria grana viene eseguita con scavo tradizionale, imboccando dal lato Est. Sul lato Ovest verrà predisposta l'uscita con l'esecuzione dei soli campi C1.

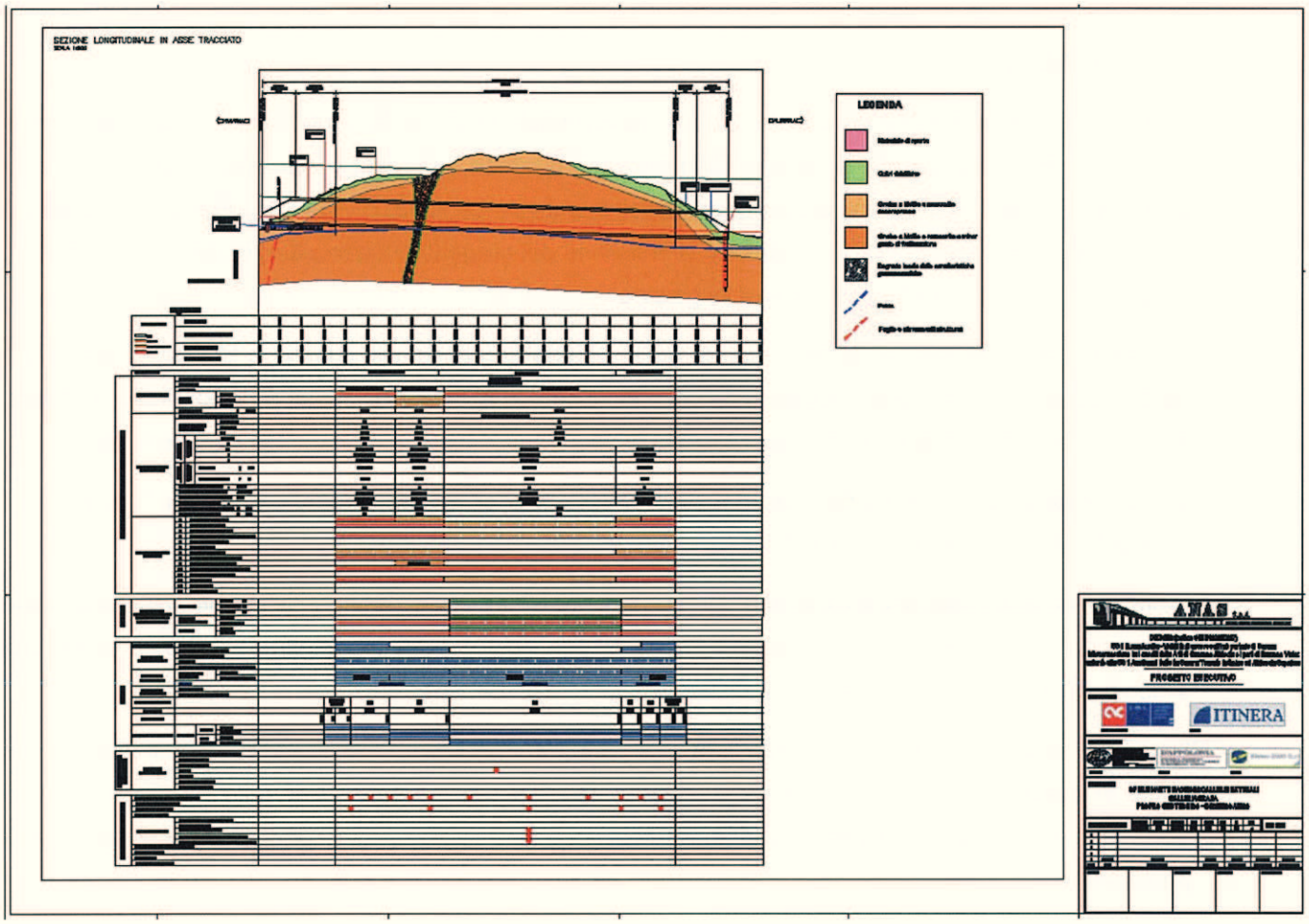


Fig. 10-20 Profilo geomeccanico della Grana.

Le sezioni di scavo previste sono C1 per i primi tratti di imbocco, la B1 a meno di tratti di faglia o di scadenti caratteristiche geomeccaniche, (la B3).

10.7. GALLERIA BASCI

10.7.1 Imbocchi

Imbocco EST

All'imbocco Est della galleria naturale "Basci" è previsto il montaggio della fresa scudata. Questo ha portato ad una ridefinizione delle geometrie della paratia prevista per la realizzazione degli scavi. È stato necessario realizzare un'area per l'assemblaggio della macchina, costituito da un piazzale per la cantierizzazione (aspetto che ovviamente ha modificato il piano degli espropri e delle occupazioni temporanee) e dalla realizzazione di una sella rettilinea in cemento armato lunga circa 70m. La sella oltre ad avere la funzione di "slitta" per lo scorrimento della macchina è stata progettata per il posizionamento di un carro ponte, necessario per l'assemblaggio della TBM. Le necessità progettuali per l'assemblaggio della macchina hanno comportato inevitabilmente l'arretramento del fronte d'imbocco rispetto al progetto definitivo di circa 10m e la realizzazione di un pretunnel a sezione allargata per permettere alla macchina di avere lo spazio necessario per recuperare il disassamento inevitabile dovuto dai 70 m rettilinei della slitta di scorrimento e dal flesso geometrico del tracciato.

La zona d'imbocco sarà completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 24.50 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 7.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale.l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre ϕ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori ϕ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

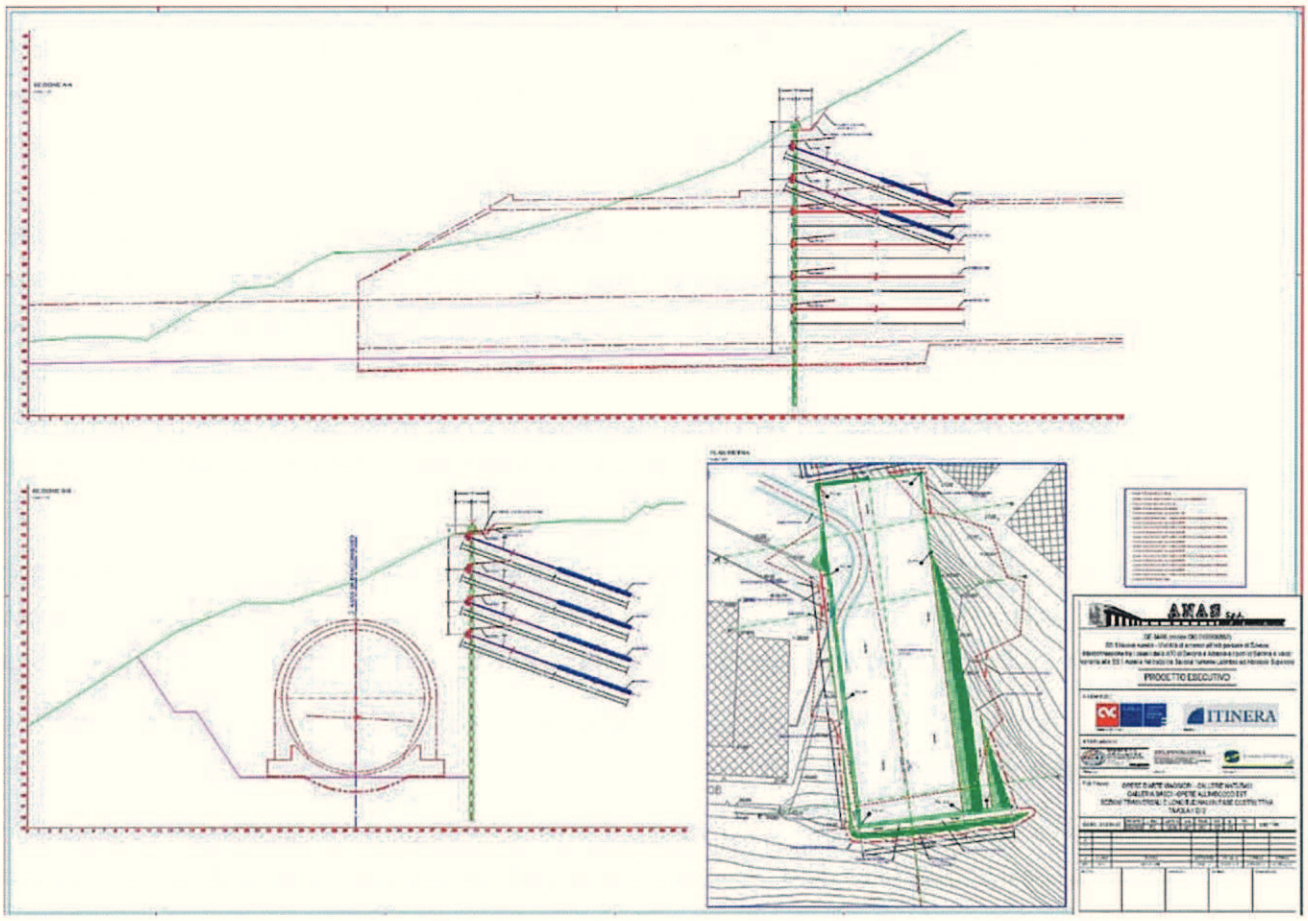


Fig. 10-21 Imbocco Est con spazi per carro-ponte e montaggio TBM.

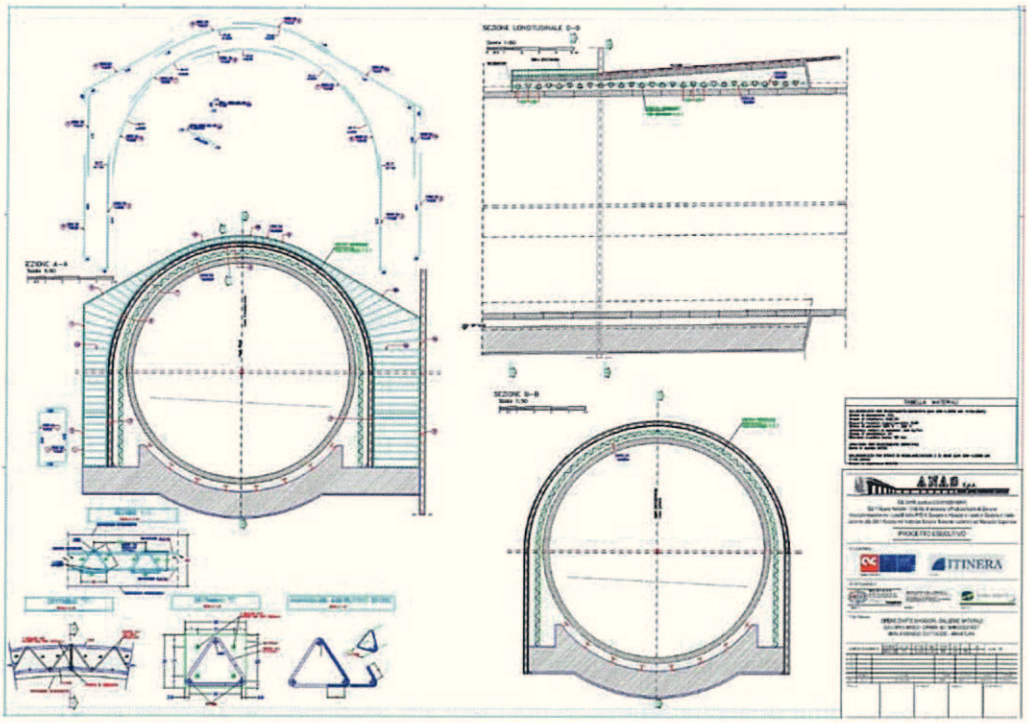


Fig. 10-22 Imbocco Est, particolare della DIMA e concio d'attacco.

Imbocco OVEST

L'imbocco ovest della galleria naturale "Basci" è posizionato nella valle del Rio Basci. Il progetto definitivo prevedeva tale imbocco in prossimità del Rio Termine. Le valutazioni effettuate in fase di progetto esecutivo hanno portato a rivisitare tale scelta a causa delle difficoltà di accesso alla zona del Rio Termine. Il nuovo posizionamento dell'imbocco ha quindi portato ad una riduzione della lunghezza della galleria ed ha comportato uno studio provvisorio e definitivo nella zona del Rio Basci. In particolare la rampa per la realizzazione dei fronti di imbocco (in questa valle sono collocati l'imbocco ovest della galleria "Basci" ed est della galleria "San Paolo") verrà raccordata con gli accessi esistenti, andando così a definire una nuova viabilità che permette, inoltre, l'attraversamento con un ponticello del Rio Basci . La zona d'imbocco sarà inoltre completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 20.00 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 7.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre ϕ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori ϕ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

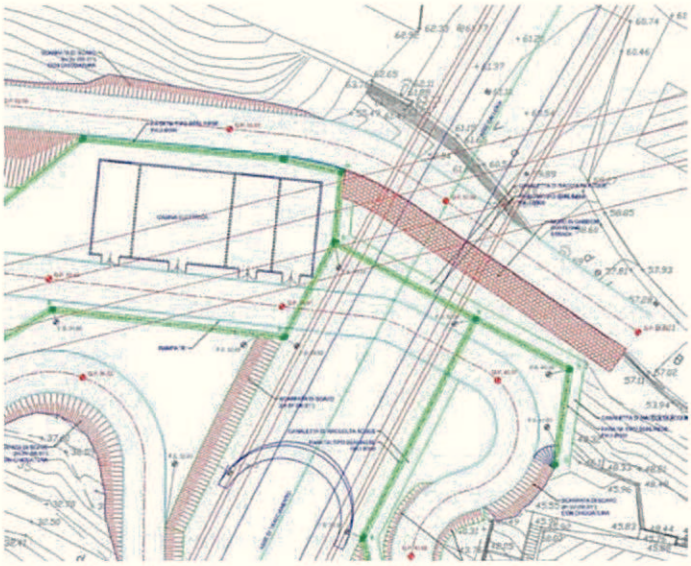


Fig. 10-23 Particolare planimetrico Imbocco Ovest con evidenza della galleria M.te Pasasco.

10.7.2 Scavo

Dal profilo geomeccanico sono previsti anelli HP.

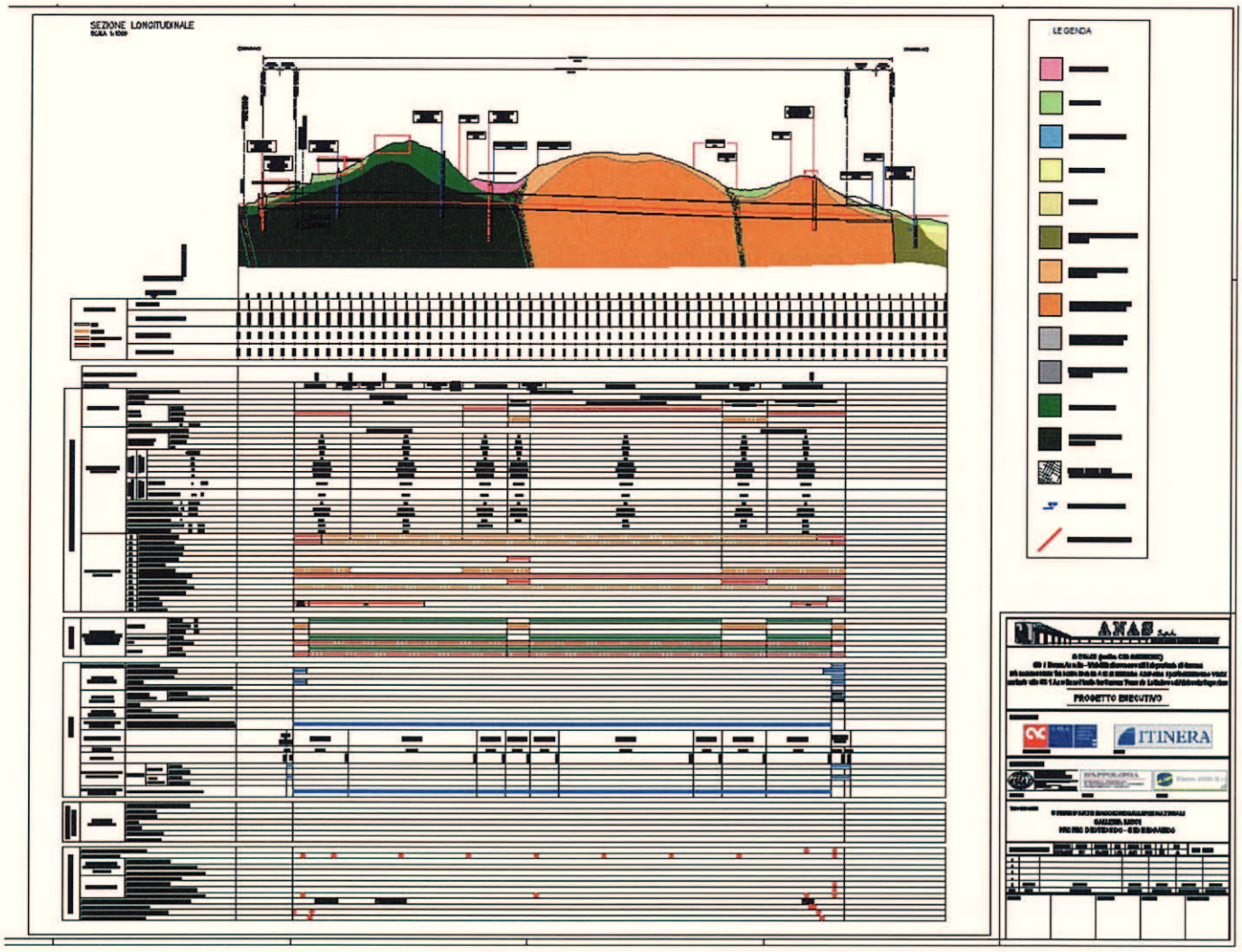


Fig. 10-24 Profilo geomeccanico galleria Basci.

Sono previsti passaggi di faglia. Il punto critico è il passaggio della galleria M.te Pasasco, ma avverrà dopo gli scavi dell'imbocco Ovest e quindi dopo una attenta e completa fase di monitoraggio, che deve confermare i modelli previsionali tenso deformativi.

10.8. GALLERIA SAN PAOLO

10.8.1 Imbocco Est

L'imbocco est della galleria naturale "San Paolo" è posizionato nella valle del Rio Basci. Il progetto definitivo prevedeva tale imbocco in prossimità del Rio Termine. Le valutazioni effettuate in fase di progetto esecutivo hanno portato a rivisitare tale scelta a causa interferenze con un nucleo abitativo a tergo dell'imbocco e con la strada Rivo Termine che intercettava a raso la realizzazione della nuova infrastruttura. Il nuovo posizionamento dell'imbocco ha quindi portato ad una lunghezza maggiore della galleria ed ha comportato uno studio provvisorio e definitivo nella zona del Rio Basci. In particolare la rampa per la realizzazione dei fronti di imbocco (in questa valle sono collocati l'imbocco ovest della galleria "Basci" ed est della galleria "San Paolo") verrà raccordata con gli accessi esistenti, andando così a definire una nuova viabilità che permette, inoltre, l'attraversamento con un ponticello del Rio Basci (indispensabile come via di fuga per il cunicolo d'esodo della galleria "San Paolo") . La zona d'imbocco sarà inoltre completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 23.5 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 7.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre ϕ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori ϕ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

10.8.2 Imbocco Ovest

L'imbocco ovest della galleria naturale "San Paolo" è posizionato nell'ambito dello svincolo miramare. In seguto alle valutazioni svolte in sede di progetto esecutivo, ha subito variazioni planimetriche ed altimetriche. Infatti l'abbassamento della livelletta (progettata per ridurre i cedimenti e le subsidenze nelle zone di bassa copertura come via Scotto, distante qualche centinaio di metri) ha comportato un'abbassamento importante dello scavo ed uno spostamento (verso ovest) del fronte di uscita della macchina scudata. La nuova configurazione ha semplificato alcune interferenze con degli edifici a tergo della paratia d'imbocco (via Turati) e la stessa strada, con i relativi sottoservizi. La zona d'imbocco sarà inoltre completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale. La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

La nuova configurazione altimetrica del tracciato ha reso possibile studiare le opere dell'imbocco ovest della galleria "San Paolo" , le opere dello svincolo "Miramare" e le opere dell'imbocco est della galleria "Cappuccini" come un'unica struttura continua realizzata con un sistema di doppie paratie ad altezza variabile.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 27.00 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 9.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre ϕ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori ϕ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

10.8.3 Scavo

Lo scavo della galleria San Paolo avviene dall'imbocco Est: la talpa uscita dalla Basci percorre il tratto all'aperto sulla slitta predisposta. A tale scopo viene previsto il deflusso delle acque del rio Basci, opportunamento dimensionato anche per contenere fenomeni di piena, al di sotto dell'opera di c.a. che poi ospiterà lo scatolare definitivo.

Il costante monitoraggio consentirà di verificare eventuali cedimenti di superficie e sulle galleria Autostradali per confermare quanto previsto progettualmente.

Passate le criticità, non ultima la SP02 e SP01 all'uscita Ovest presso, si completerà lo scavo uscendo sullo svincolo Miramare.

Opportune slitte consentiranno di raggiungere la Cappuccini.

Sono previsti conci tipo HP per tutta la tratta.

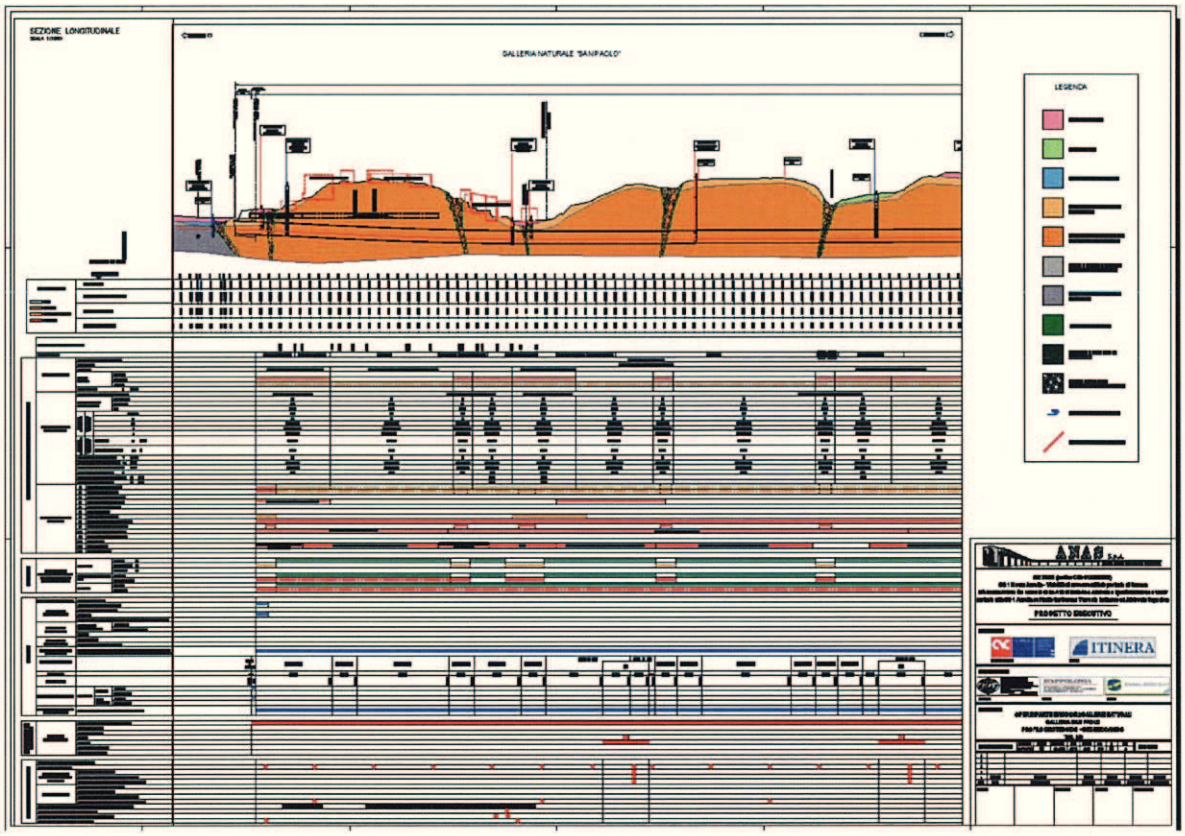


Fig. 10-25 Profilo geomeccanico 1/3.

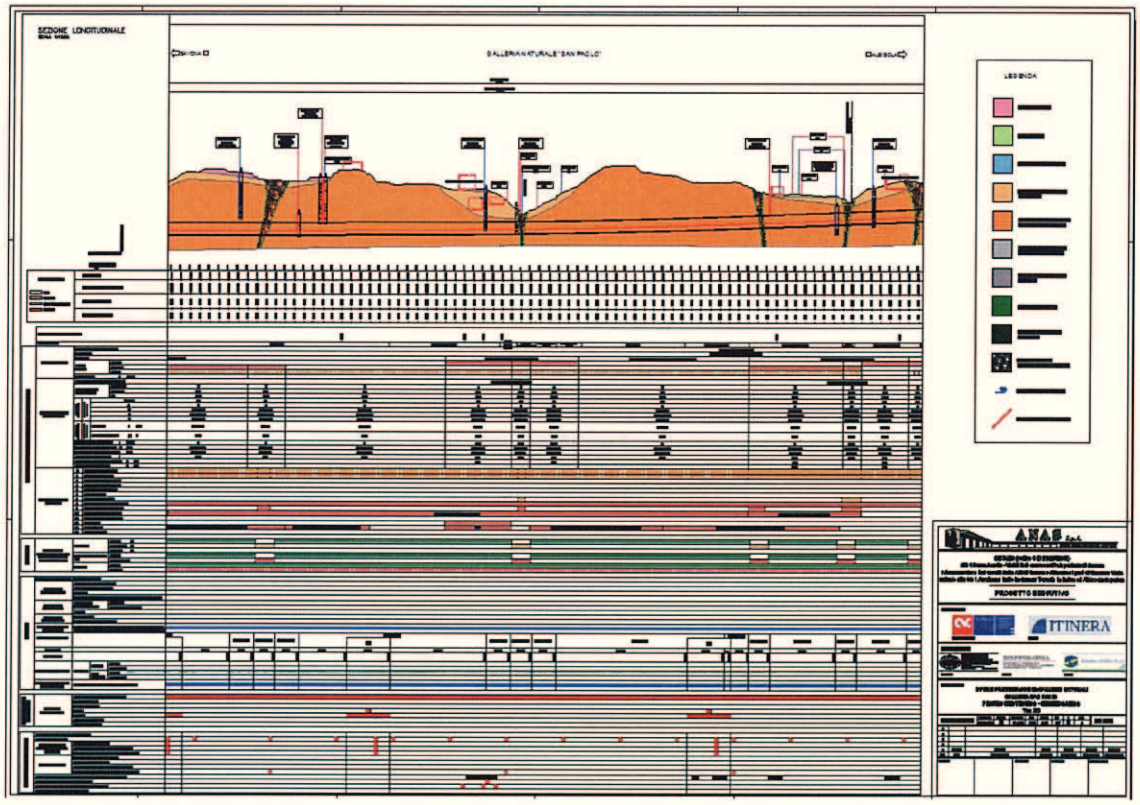


Fig. 10-26 Profilo geomeccanico 2/3

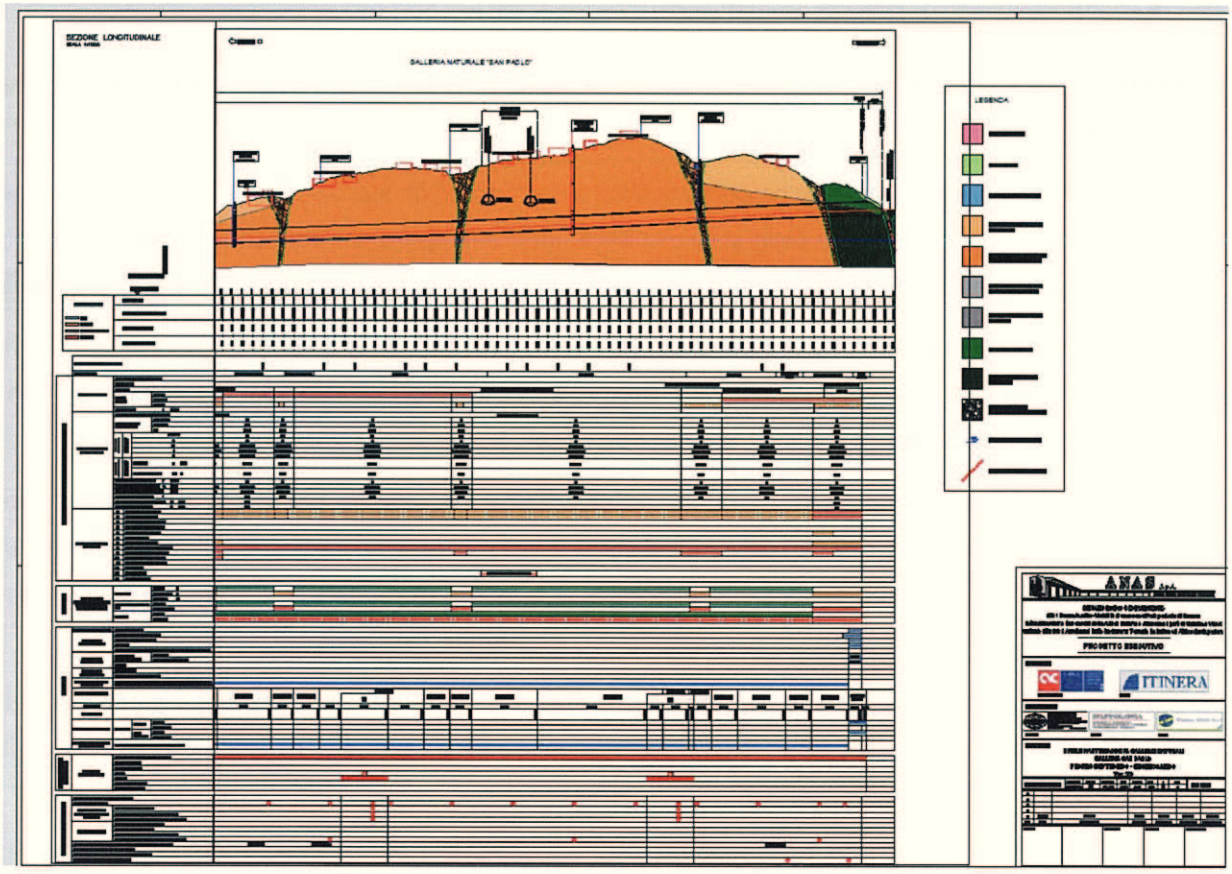


Fig. 10-27 Profilo geomeccanico 3/3

10.9. GALLERIA CAPPUCCINI

10.9.1 Imbocco Est

L'imbocco est della galleria naturale "Cappuccini" è posizionato nell'ambito dello svincolo miramare. In seguto alle valutazioni svolte in sede di progetto esecutivo, ha subito variazioni planimetriche ed altimetriche. Infatti l'abbassamento della livelletta (progettata per ridurre i cedimenti e le subsidenze nelle zone di bassa copertura come via Mignone, distante qualche centinaio di metri) ha comportato un'abbassamento importante dello scavo ed uno spostamento (verso est) del fronte d'imbocco. Questa nuova configurazione ha semplificato alcune interferenze come evitare di demolire il muro ad arco che sostiene il pianoro della bocciofila e dell'edificio ex AIAS. Il concio d'attacco è a sezione allargata. I primi 180m della galleria sono in scavo tradizionale per permettere l'immissione della rampa H dello svincolo "Miramare". Una volta realizzato il tratto in scavo tradizionale, verrà realizzata la sella di scorrimento che permetterà alla TBM di transitare dall'imbocco ovest della galleria "San Paolo"(attraverso lo svincolo "Miramare") al fronte est della galleria "Cappuccini" La zona d'imbocco sarà inoltre completata con la realizzazione di un tratto di galleria artificiale e portale (verrà realizzata una dima da 10m che avrà la funzione di galleria artificiale). La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che questa e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente o parzialmente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in micropali, armati con profili HEB 160.

La nuova configurazione altimetrica del tracciato ha reso possibile studiare le opere dell'imbocco est della galleria "Cappuccini" , le opere dello svincolo "Miramare" e le opere dell'imbocco ovest della galleria "San Paolo" come un'unica struttura continua realizzata con un sistema di doppie paratie ad altezza variabile.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 24.00 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 8.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I micropali sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante 2 profilati metallici HEB 200 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre Φ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori Φ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

10.9.2 Imbocco Ovest

All'imbocco Ovest della galleria naturale "Cappuccini" è previsto lo smontaggio della fresa scudata. Questo ha portato ad una geometria di scavo costituita da un camerone di 20m x 18m alto 20m circa ed un secondo scavo di altezza 12m.il primo sostenuto da una paratia di pali di grande diametro tirantata, ed il secondo, realizzato con scavo a foro cieco, sostenuto mediante una paratia di pali di grandi diametro puntonati sul cordolo con delle travi in cap posizionate prima dello scavo. Il camerone per smontare la TBM avrà in fase di sistemazione definitiva lo scopo di ospitare le strutture per l'uscita del cunicolo d'esodo, mentre lo scatolare (pali e travi in cap) scavato a foro cieco avrà la funzione di galleria artificiale.la scelta progettuale è vincolata dall'interferenza che vi è tra la realizzazione dell'opera e le fondazioni a pozzo che sostengono il rilevato autostradale A10.La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede una parziale risistemazione a verde del camerone ed una realizzazione di un parcheggio sulla galleria artificiale.

Quale opera di contenimento degli scavi è stata prevista la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" in pali di grande diametro Ø 1000, in cemento armato.

L'altezza massima fuori terra della paratia è di circa 20.00 m, a cui corrisponde un'altezza di infissione pari a circa 11.00 m. I pali risultano inoltre collegati ad una trave di coronamento in cemento armato (il suo scopo è quello di irrigidire la struttura e di far interagire i pali fra loro).

I pali a sostegno del camerone sono sostenuti da un intervento di tirantatura disposto su più ordini. In corrispondenza del fronte di attacco i tiranti a trefoli verrano sostituiti con interventi di consolidamento mediante tiranti in vetroresina (elementi con profilo cavo a sezione circolare Ø60 mm), dotate di piastra di ancoraggio per la pretesatura.

I tiranti a trefoli disposti sul fronte della paratia vengono realizzati con inclinazioni sul piano verticale e sul piano orizzontale. l'inclinazione verso l'estradosso della paratia è necessaria per evitare il detensionamento dell'ancoraggio del tirante durante lo scavo della galleria.

Le travi di ripartizione dei tiranti saranno realizzate mediante cordoli in cemento armato e 2 profilati metallici HEB 240 accoppiati.

A monte dell'opera di sostegno, al fine di razionalizzare la geometria della paratia rispetto a quanto indicato in sede di progetto definitivo, sono previsti sbancamenti con pendenza 2:3, realizzati mediante chiodature di barre Φ20 (L=3.00 m) cementate con malta tipo ancorfix, emaco (o altri similari, es.: miscela a/c=0.5 e expansfluid al 3% su peso cemento), entro prefori Φ 60 disposti a maglia 2.00m. x 2.00m.

A seguito della realizzazione della paratia e degli sbancamenti, si potrà procedere allo scavo di attacco della galleria naturale. Prima di operare gli scavi dovrà inoltre essere eseguita la dima di attacco, che ha la funzione di definire la geometria di scavo e di costituire un ulteriore elemento di stabilità della parete nella delicata fase di attacco della galleria naturale.

10.9.3 Scavo

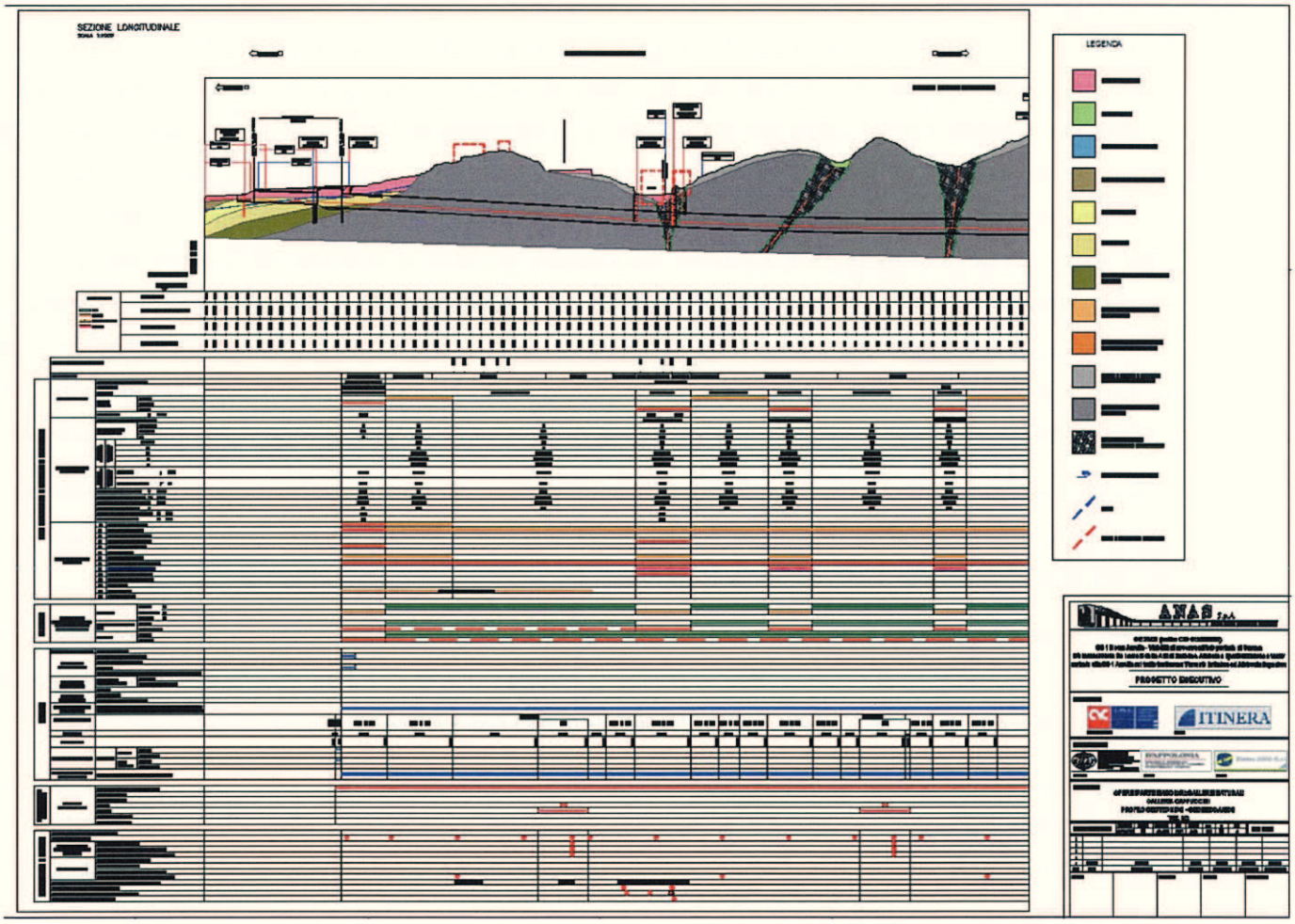


Fig. 10-28 Profilo geomeccanico 1/2

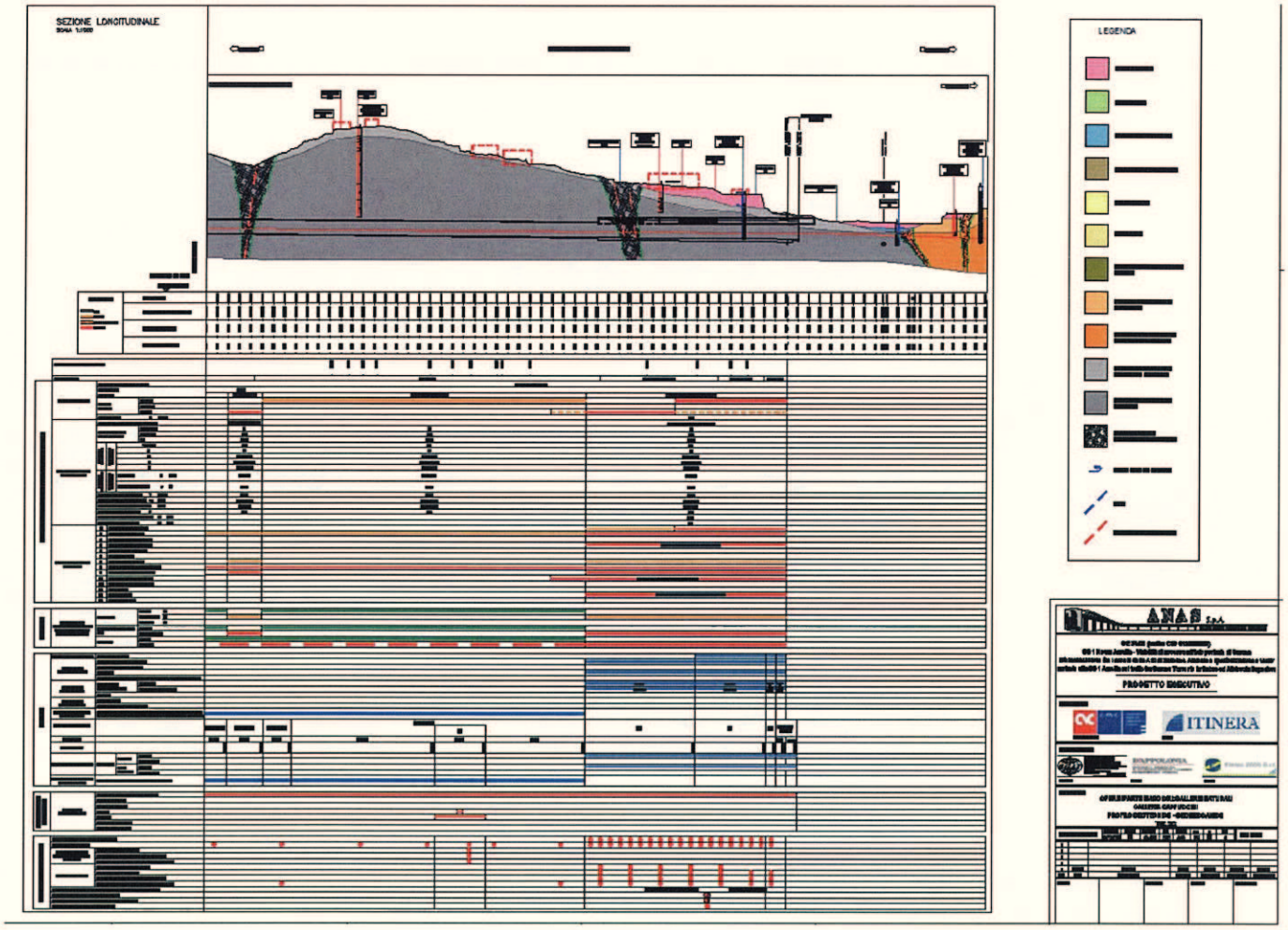


Fig. 10-29 Profilo geomeccanico 2/2

La TBM giunge dallo svincolo Miramare.

I primi 150m circa di scavo sono con sezioni superiori della sezione C1 per l'innesto della rampa H dello svincolo.

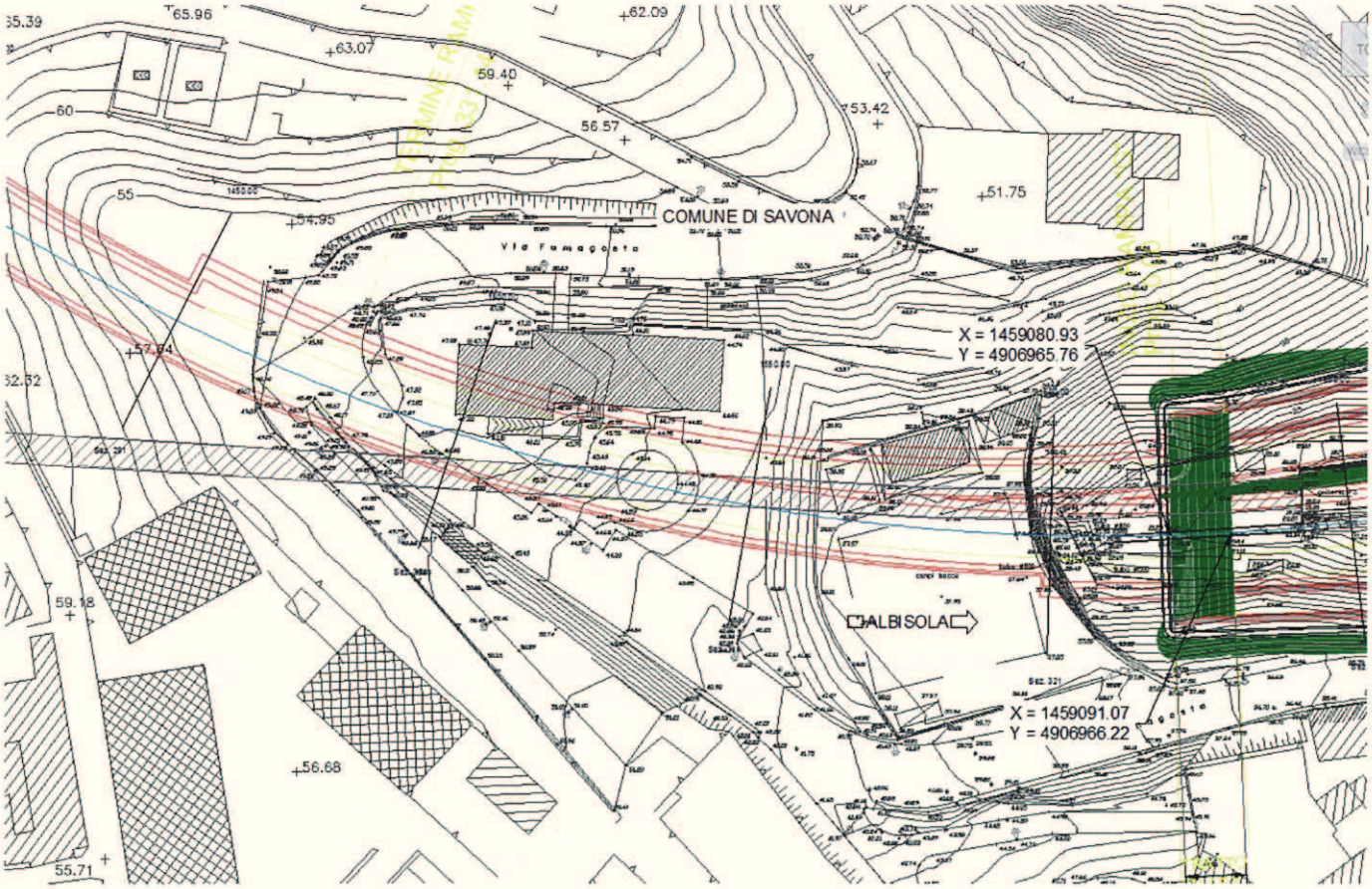


Fig. 10-30 Planimetria di imbocco Cappuccini Est. In evidenza il tratto a camerone, il muro ad arco, l'edificio ex.AIAS.

Lo scavo a camerone viene effettuato con metodo tradizionale, C2, C3 e C4 nell'ordine.

Il tratto scavato con metodi tradizionali, fino alla pk 1+450, ospiterà la slitta per lo scorrimento della TBM, che comincerà gli scavi fino a giungere presso il pozzo per lo smontaggio presso l'imbocco Cappuccini Ovest.

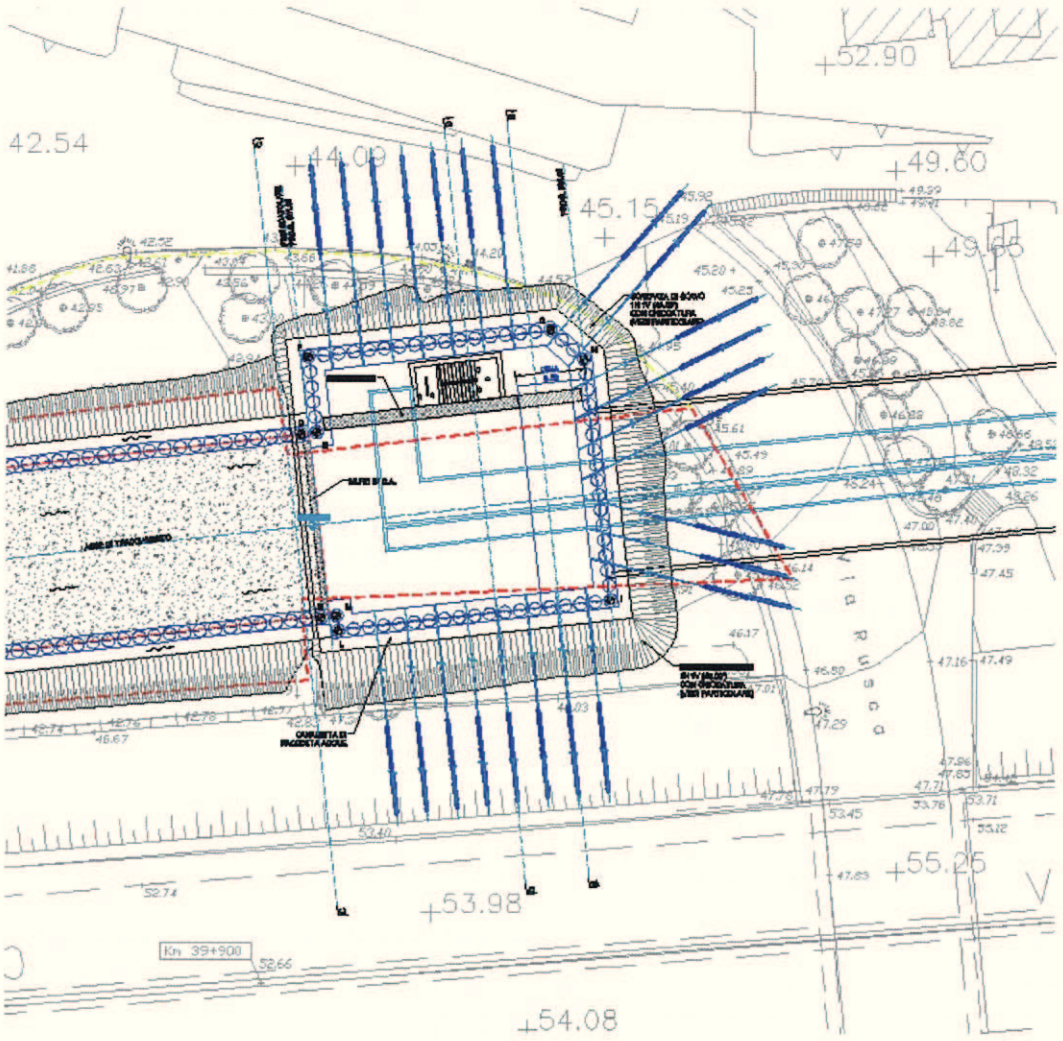


Fig. 10-1 Particolare del pozzo per lo smontaggio della TBM, nella condizione finale viene configurato come uscita della via d'esodo.

10.10. ANALISI DEGLI EFFETTI TENSO DEFORMATIVI SULLE STRUTTURE ED EDIFICI ESISTENTI

L'approccio alla problematica delle interferenze ed effetti tenso deformativi in superficie ha seguito il seguente schema ragionato:

- **FASE 0**: acquisizione dati (bibliografici, delle fasi di progettazione precedenti);
- definizione, esecuzione ed elaborazione delle campagne propedeutiche alla seguente fase di progettazione, quali, rilievi celerimetrici di dettaglio, interferenze, indagini geognostiche in situ ecc.
- censimento degli edifici interferiti/di possibile interferenza dagli scavi (in sotterraneo e a cielo aperto) sulla base dei punti di cui sopra;

- **PRIMA FASE**: approccio empirico analitico per la definizione degli edifici e delle situazioni che necessitano di approfondimento, inquadramento della categoria di rischio;
- Acquisizione dati storico documentali degli edifici di cui sopra
- **SECONDA FASE**: analisi, sulla base dei nuovi dati ed elaborazioni e/o interferenze di condizioni divenute critiche (sulla base del tracciato PD/PG) e indirizzo alla soluzione di tali problematiche;
- **TERZA FASE**: Definizione degli interventi e analisi su modello sulla base del tracciato di PE e delle indagini storico documentali per **la classificazione della categoria rischio e di danno attesa** sulle condizioni più critiche, e indirizzo al monitoraggio.

All'atto della redazione della seguente relazione si rammenta che le indagini storico documentali hanno dato esito a volte contraddittorio o non con la definizione strutturale ricercata o ritenuta necessaria.

Per ovviare a tale lacuna, come verifica delle assunzioni fatte, si sono attivati dei sopralluoghi ed indagini in situ sulle strutture fondali di alcuni edifici indagati ritenuti critici.

Queste, per questioni autorizzative e formali all'atto della redazione della seguente relazione, non hanno ancora avuto ancora luogo.

Sarà cura verificare le assunzioni fatte con i risultati di questa campagna in situ integrativa resasi necessaria per la carenza di dati dalle indagini storico documentali come previsto.

Le attività propedeutiche, in particolare i rilievi geologico/stratigrafici e geomeccanici, dalla sismica all'elaborazione dei dati strutturali alle risultanze di laboratorio, effettuate in questa fase di progettazione, hanno evidenziato a livello locale un quadro geomeccanico differente da quello previsto. A tale scopo si rimanda alla relazione geotecnica per un dettaglio delle situazioni locali. Qui si evidenziano le considerazioni a cui si è giunti che sono applicabili alle situazioni che qui di seguito si andranno a verificare.

In particolare si è constatato che nei tratti interessati da incisioni morfologiche, sede di faglie più o meno profonde, si ha un forte degrado delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso alterato, (5-15m), tale disturbo, in profondità, ove la percolazione delle acque è limitata, risulta contenuto e limitato spazialmente.

Ciò ha portato, nelle fasi precedenti, a **sovrastimare le caratteristiche meccaniche dell'ammasso alterato**.

10.10.1 FASE 0

In questa fase si sono acquisiti i dati bibliografici e delle fasi di progettazione precedenti relativi a indagini geognostiche, di laboratorio, stratigrafie, idrogeologia ecc. Tutte attività propedeutiche alla progettazione in generale. In particolare si sono approfonditi gli aspetti relativi al censimento di tutti gli edifici sopra l'asse planimetrico, fotografandoli, defininendo la copertura e la distanza dall'asse ed ipotizzando le fondazioni nonché le formazioni geologiche e la stratigrafia attesa.

Questo per la prima scrematura con l'approccio empirico analitico (in questo caso mediante l'impiego di curve di subsidenza e stima del danno secondo O'Reilly, che si basa sul cedimento assoluto massimo ed il fattore beta, su curva di subsidenza gaussiana).

Le attività propedeutiche, in particolare i rilievi geologico/stratigrafici e geomeccanici, dalla sismica all'elaborazione dei dati strutturali alle risultanze di laboratorio, effettuate in questa fase di progettazione, hanno evidenziato a livello locale un quadro geomeccanico differente da quello previsto. A tale scopo si rimanda alla relazione geotecnica per un dettaglio delle situazioni locali. Qui si evidenziano le considerazioni a cui si è giunti che sono applicabili alle situazioni che qui di seguito si andranno a verificare.

Il censimento ha interessato più di 70 edifici/strutture.

Si sono censiti i seguenti dati:

- tipologia dell'edificio (se civile abitazione, villa storica, garage, muro, baracche ecc.)
- n. piani fuori terra
- n. piani interrati
- Struttura (se in c.a., legno, cap, muratura)
- tipologia fondale (se diretta o profonda)
- progressiva
- distanza dall'asse stradale
- Quota terreno (del Piano terra)
- Quota progetto
- rotazione dell'edificio rispetto all'asse di galleria

Alle analisi sopra fatte, in particolare la tipologia dell'edificio e numero piani struttura ecc, sono stati definiti :

- livello di studio (da A a D) A massimo;

- Affidabilità dei dati, (indicando se da sopralluogo/foto, da foto aeree ecc.)

10.10.2 PRIMA FASE - Approccio Empirico Analitico per la stima del danno

Con i dati di cui sopra si sono effettuati le prime valutazioni sugli effetti indotti.

Le valutazioni sono state effettuate con valori empirici convenzionali e cautelativi in "green field" e condotte con i dati di progetto, in linea con quanto definito in PD, come richiesto da istruttoria.

L'output è consistito in delta massimo e distorsione massima per 1ml.

Questi valori sono stati rapportati a quelli genericamente indicati come critici dall'approccio secondo O'Reilly, w>1cm in abbassamento e distorsioni sopra 1/500 per avere effetti sulla struttura non trascurabili.

Vengono inoltre verificati gli edifici con valore storico culturale e paesaggistico, nonché la tipologia della struttura.

Dalla prima fase conseguono gli edifici su cui effettuare le indagini storico documentali.

10.10.3 SECONDA FASE - Stima del Danno

Dopo la prima fase si stima il danno in osservanza del CSA e come prescritto dall'istruttoria, mediante l'applicazione del metodo di Burland. Per ulteriori dettagli e analisi critica del metodo richiesto si rimanda alla relazione specialistica.

Questa fase rappresenta la valutazione della stima del danno, basata sull'approccio empirico analitico su curve di subsidenza di green field e gli effetti sull'edificio.

A questo approccio viene affiancato da una modellazione dell'interazione dell'edificio/struttura/scavo; ciò nei casi di maggiore danno o di particolari condizioni topografiche o per particolari caratteristiche dell'edificio o, infine, per modellare l'effetto di interventi di consolidamento, come già previsti in PD.

L'approccio è su modello bidimensionale elastoplastico (Plaxis 2D), tarato nelle fasi di scavo con un modello tridimensionale che simula l'avanzamento della TBM nelle varie fasi di arrivo del fronte, passaggio scudato, e rivestimento definitivo.

10.10.4 TERZA FASE - Analisi Critica, Definizione delle Categorie di Rischio, Indirizzo alla gestione del monitoraggio e delle procedure di emergenza

Dalle analisi sopra fatte si giunge ad un quadro che consente di definire le categorie di rischio e la stima del danno atteso sugli edfici. L'analisi critica è necessaria in quanto ogni approccio porta con sé approssimazioni o assunzioni e nessuno identifica in modo certo l'effettivo comportamento tenso deformativo causato dallo scavo. Questo per diversi fattori che vengono introdotti in questo capitolo e meglio esposti e approfonditi nella terza fase.

10.11. NOTA CRITICA

Sulla base di quanto richiesto in istruttoria, è doveroso e necessario fare alcune necessarie precisazioni ed evidenziare alcuni concetti di base sulle analisi ed i risultati di queste nel merito degli effetti tenso deformativi sugli edifici, con particolare riguardo a quelli interessati dalle opere in oggetto.

Innanzi tutto si deve rimarcare che questa fase di studio e l'approccio dato è un approccio probabilistico, di stima del danno arrecato e conseguente categoria di rischio.

Come la letteratura evidenzia, l'esito degli studi non è e non può essere deterministico, alla luce di una molteplicità di fattori che intervengono nell'interazione edificio/terreno/scavo che non risultano aprioristicamente determinabili né univoci, ed i cui effetti possono variare sensibilmente il quadro previsionale.

Viene adottato l'approccio riportato nel CSA (cap.18, 18.2 in particolare).

A questo, come già descritto, segue una modellazione elastoplastica bidimensionale di condizioni particolari (come richiesto in istruttoria);

Per dare corpo alla considerazione critica si evidenziano i fattori che possono influire e variare anche sensibilmente una valutazione fatta con il metodo semi empirico o con modellazione elasto plastica dello scavo e interazione terreno/struttura;

Dovuti allo scavo:

a. vibrazioni
b. fenomeni locali di sovrascavo, in modo non esaustivo:
    a. condizioni locali di scadente comportamento meccanico, con localizzati sfornellamenti a bassa copertura;
    b. presenza di percolazioni di acque non prevedibili;

c. condizioni di forte differenza di comportamento meccanico del materiale sulla sezione di scavo (es. parte inferiore in ammasso compatto: buone caratteristiche, parte superiore in ammasso alterato o altamente fratturato);

Dovuti alle condizioni dell'ammasso/terreno:

a. eterogeneità del materiale e comportamento tenso deformativo dell'ammasso e propagazione degli effetti dello scavo in superficie;

b. variazioni repentine della scistosità e dei piani principali di fratturazione (si è notato nelle formazioni interessate)

Dovute all'edificio:

a. anno e normativa con cui l'edificio è stato dimensionato

b. stato effettivo delle fondazioni (costruttivo)

c. stato tenso deformativo antecedente lo scavo, fortemente dipendente dall'età dell'edificio e dai fenomeni viscosi del materiale ed anche dalle modalità costruttive/esecutive e dagli eventuali interventi succedutisi nel tempo;

L'ultima serie di punti, quelli relativi all'edificio, devono essere ulterioremente affrontati. Senza voler essere critici con l'approccio richiesto, si deve puntualizzare che la bibliografia di riferimento è per lo più anglosassone (Burland ecc.). I campi applicativi sui quali sono state definiti questi approcci di stima del danno derivano da condizioni, geograficamente, non sismiche. Cioè, generalizzando, la categoria di danno che viene determinata da questi approcci cerca di prevedere gli effetti di danno sulla struttura al passaggio dello scavo, nel breve periodo, si disinteressa della 'sicurezza strutturale' nella vita dell'edificio, successiva allo scavo.

Ai danni 'visivi' ricercati, si deve aggiungere che la combinazione di altre azioni, eccezionali o sismiche in particolare, sulla struttura comportano condizioni che possono andare al di là della capacità strutturale o comunque attingere alla risorsa di resistenza plastica per duttilità o, infine, a quella elastica al di là delle sicurezze progettuali.

Così nell'interazione terreno struttura vengono ridotti i cedimenti assoluti, rotazioni e "deformazioni di trazione", ma al contempo nascono stati tensionali coattivi nelle parti strutturali proprio in ragione della sua rigidezza.

Tali fenomeni coattivi (incremento del momento sulle travate, aumento del taglio sui pilastri... ecc.), non certo considerati dal progettista dell'edificio, si sommano alle azioni di progetto.

Nel caso in esame, inoltre, si deve notare che Savona è considerata zona sismica solo con l'entrata in vigore delle ultime norme, ciò presuppone che le opere interessate da effetti tensodeformativi dagli scavi non siano dimensionate per alcuna azione sismica. Se la risorsa di resistenza per tale azione è già insufficiente, uno stato coattivo se pur piccolo, ha un effetto ulteriormente negativo.

Sulla base di questo quadro normativo e di questo stato fatto si inquadra lo studio che viene qui svolto e, in particolare, l'esito dello studio, con definizione della stima del danno, definizione delle soglie ed infine l'identificazione degli edifici la cui sicurezza strutturale può risultare compromessa durante le fasi di scavo.

La sicurezza strutturale di lungo termine, cioè in concomitanza con altre azioni variabili, eccezionali o sisma che siano, può essere valutata solo successivamente allo scavo e alla misura dell'effettivo danno o stato coattivo arrecato e delle condizioni dell'edificio nei riguardi della normativa vigente.

10.12. VALUTAZIONI ESEGUITE

In ottemperanza al CSA sono state condotte più analisi variando i coefficienti K e VI alla base delle calcolazioni.

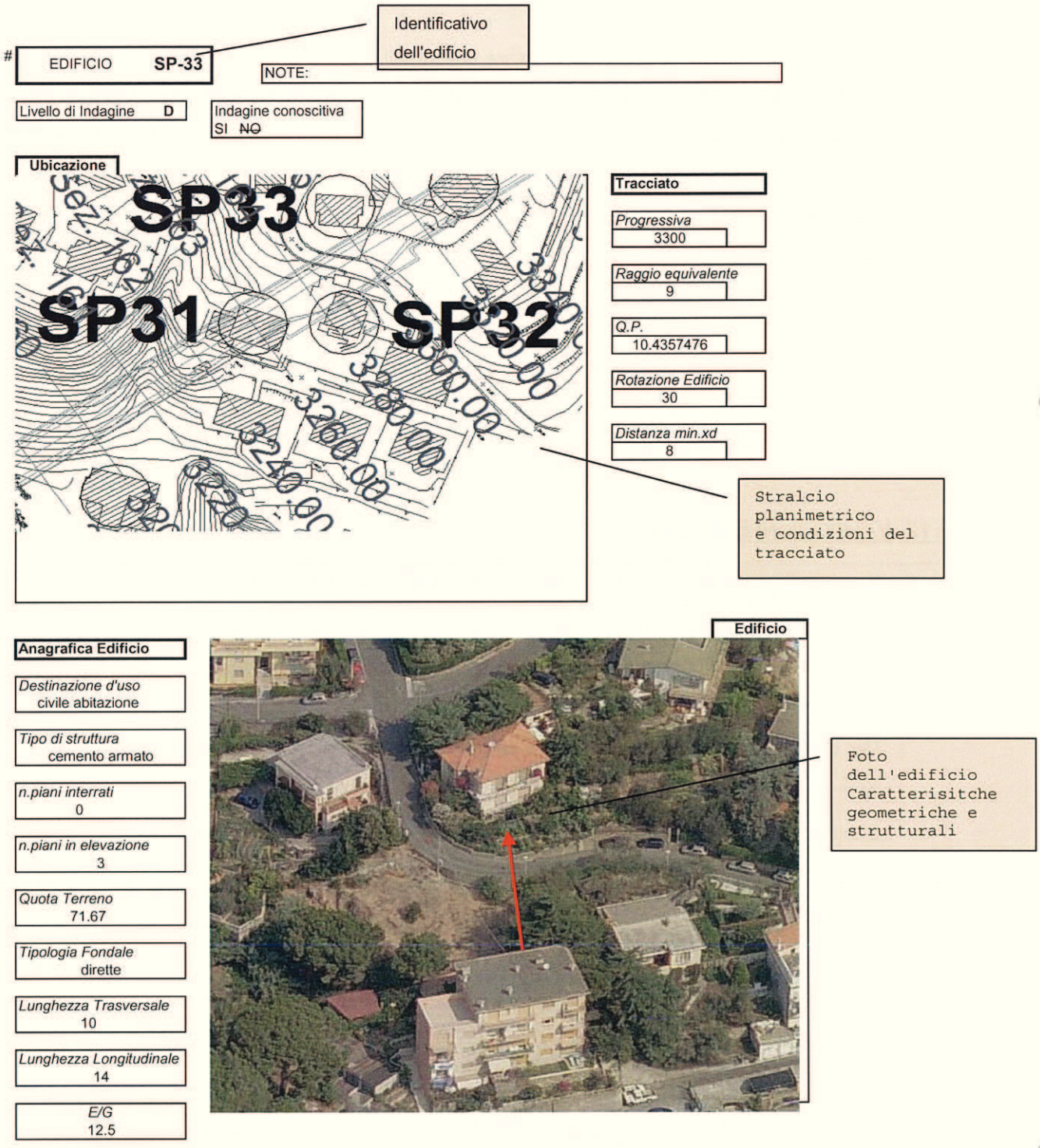
In particolare si sono assuti due valori d K, K=0.4 e K=0.5, valori tratti da bibliografia compatibili con i materiali interessati dagli scavi.

Per quanto riguarda VI, è stato preso come target VI=1%, ma si sono effettuate analisi con VI=0.7% e VI=1.5%.

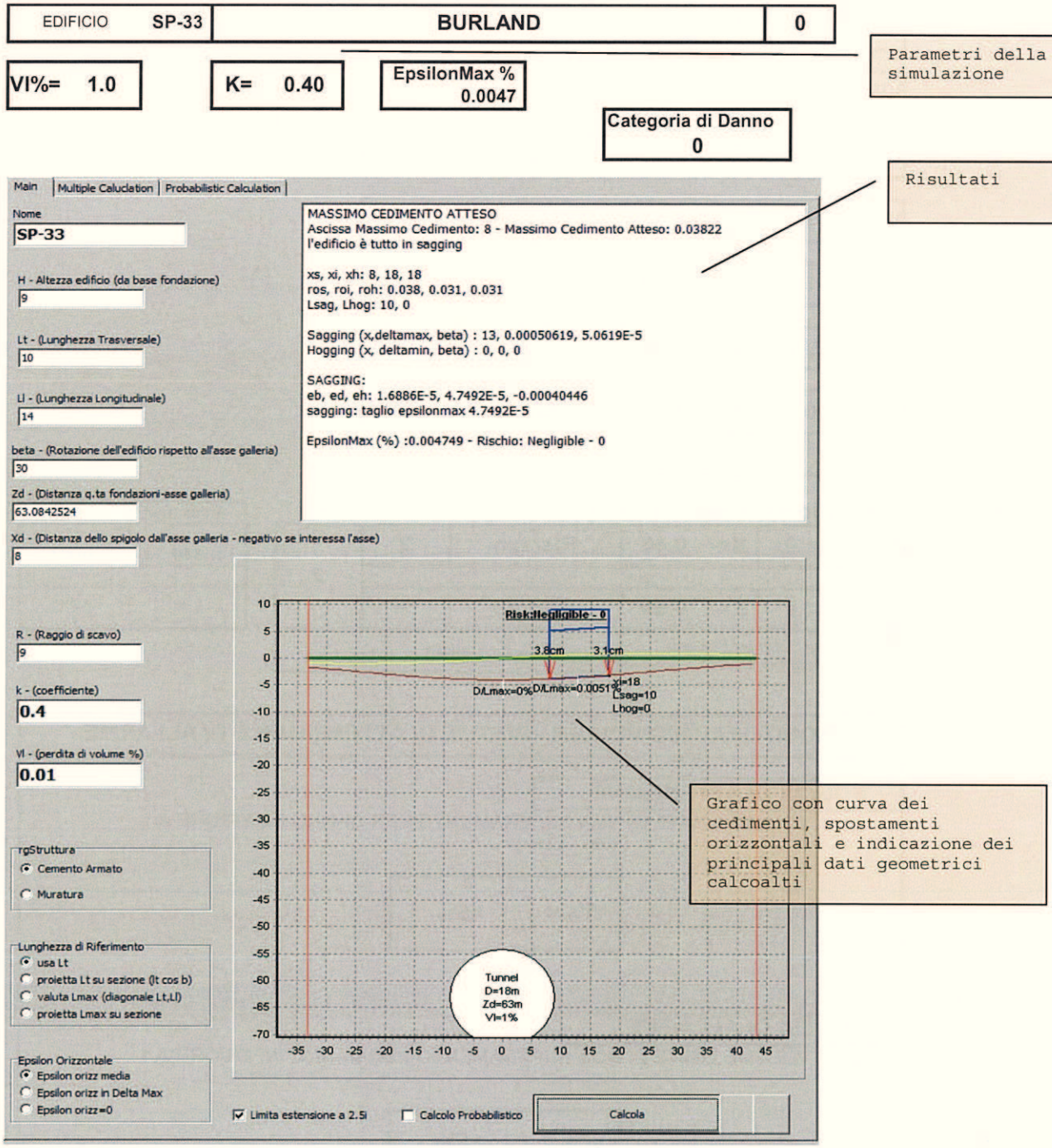
Sia per K sia per VI solo mediante misure dirette, durante il monitoraggio, si potrà avere il parametro più rappresentativo e quindi ritarare le calcolazioni qui riportate.

Le schede in allegato riportano queste calcolazioni.

Sono così suddivise:



Tab. 6-2 Anagrafica dell'edificio.



Tab. 6-3 Elaborazioni.

EDIFICIO	SP-33	BURLAND VI	0

VI%= 1.0	K= 0.40	Danno	0	0
VI%= 1.0	K= 0.50	Danno	0	
VI%= 1.5	K= 0.40	Danno	0	
VI%= 1.5	K= 0.50	Danno	0	
VI%= 0.7	K= 0.40	Danno	0	
VI%= 0.7	K= 0.50	Danno	0	

Rischio secondo Rankin

VI%= 1.0	K= 0.40	Rischio	2	2
VI%= 1.0	K= 0.50	Rischio	1	

(*) Rischio riformulato con medesima classificazione del danno

slight

wmax (cm)	beta max %
3.82	-0.017
3.11	-0.011

MONITORAGGIO VOLUMI - SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME

SOGLIA DI ATTENZIONE

VOLUME LIMITE DI NON SUPERAMENTO PER DANNO INFERIORE A 1
(VI% --> D<1)

VI% < >5%

SOGLIA DI ALLARME

VOLUME LIMITE DI NON SUPERAMENTO PER DANNO INFERIORE A 1
(VI% --> D<1)

VI% < >5%

Tab. 6-4 Sintesi.

Al termine della scheda di sintesi vengono riportati due valutazioni di VI.

Si è valutato, per ogni edificio, il VI massimo per avere un danno inferiore a 1 e 3 rispettivamente.

Ciò risulta operativamente di particolare interesse. Premessa la necessità di tarare i valori con dati reali, il monitoraggio dello scavo meccanizzato consente di valutare in tempo reale il volume perso. Da questo è immediato rilevare se si è al di là di parametri di soglia, tali da poter dare effetti negativi sulle strutture (Danno>=3) o comunque visibile (Danno>=1).

Nel prosieguo si riportano i dati riassuntivi, rimandando alle schede allegate per ogni approfondimento.

10.13. GALLERIA BASCI

Nome	Tipologia edificio	pK	Quota Progetto	Quota Terreno	Zd (QF-asse)	distanza dall'asse	Raggio Scavo	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno
GALLERIA BASCI									K=0.4	VI=1%	K=0.5	VI=1%	K=0.4	VI=1.5%	K=0.5	VI=1.5%	K=0.4	VI=0.7%	K=0.5	VI=0.7%
BA-06	magazzini	4380	24.79	31.32	8.38	16														
BA-05	civile abitazione	4320	25.91	59.65	35.59	-2	6.8	0	0.039	0	0.021	0	0.058	1	0.032	0	0.027	0	0.015	0
BA-04	civile abitazione	3940	36.01	80.70	46.54	-5	6.8	0	0.018	0	0.010	0	0.027	0	0.016	0	0.013	0	0.007	0
BA-03	civile abitazione	3920	35.98	66.21	32.08	21	6.8	1	0.055	1	0.045	0	0.082	2	0.067	1	0.038	0	0.031	0
BA-02	civile abitazione	3900	35.88	56.57	22.54	14	6.8	2	0.113	2	0.090	2	0.170	3	0.136	2	0.079	2	0.063	1
BA-01	civile abitazione	3840	35.08	38.98	5.75	1	6.8	0	0.039	0	0.021	0	0.058	1	0.032	0	0.027	0	0.015	0

10.14. GALLERIA SAN PAOLO

Nome	Tipologia edificio	pK	Quota Progetto	Quota Terreno	Zd (QF-asse)	distanza dall'asse	Raggio Scavo	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno
GALLERIA SAN PAOLO																				
SP-41	civile abitazione	3700	30.41	76.94	48.38	3	6.8	0	0.014	0	0.009	0	0.021	0	0.013	0	0.010	0	0.006	0
SP-40	civile abitazione	3520	20.66	91.00	72.19	5	6.8	0	0.002	0	0.001	0	0.003	0	0.002	0	0.002	0	0.001	0
SP-39	civile abitazione	3500	19.56	85.04	67.33	-6	6.8	0	0.004	0	0.002	0	0.006	0	0.003	0	0.003	0	0.001	0
SP-38	garage	3460	17.36	77.42	61.91	6	6.8	0	0.002	0	0.001	0	0.003	0	0.002	0	0.001	0	0.001	0
SP-37	civile abitazione	3440	16.26	76.78	62.37	-3	6.8	0	0.006	0	0.003	0	0.009	0	0.005	0	0.004	0	0.002	0
SP-36	civile abitazione	3380	13.13	67.75	53.47	-4	6.8	0	0.012	0	0.006	0	0.017	0	0.009	0	0.008	0	0.004	0
SP-35	civile abitazione	3360	12.29	72.38	61.94	-3	6.8	0	0.006	0	0.003	0	0.009	0	0.005	0	0.004	0	0.002	0
SP-34	civile abitazione	3340	11.55	72.95	63.25	-3	6.8	0	0.005	0	0.003	0	0.008	0	0.004	0	0.004	0	0.002	0
SP-33	civile abitazione	3300	10.44	71.67	63.08	8	9	0	0.005	0	0.003	0	0.007	0	0.004	0	0.003	0	0.002	0
SP-32	civile abitazione	3280	10.05	63.00	54.80	6	9	0	0.007	0	0.004	0	0.010	0	0.006	0	0.005	0	0.003	0
SP-31	civile abitazione	3260	9.77	57.19	49.27	-10	6.8	0	0.017	0	0.009	0	0.026	0	0.014	0	0.012	0	0.006	0
SP-30	villa fresia	3200	9.64	38.35	30.56	13	6.8	0	0.049	0	0.034	0	0.073	1	0.051	1	0.034	0	0.024	0
SP-29	civile abitazione	3120	11.05	40.00	30.80	24	6.8	0	0.039	0	0.032	0	0.059	1	0.049	0	0.027	0	0.023	0
SP-28	civile abitazione	3100	11.69	37.50	27.66	28	6.8	0	0.037	0	0.034	0	0.056	1	0.051	1	0.026	0	0.024	0
SP-27	civile abitazione	3080	12.40	36.59	26.04	26	6.8	0	0.040	0	0.037	0	0.060	1	0.056	1	0.028	0	0.026	0
SP-26	civile abitazione	3060	13.12	33.25	21.98	28	6.8	0	0.040	0	0.039	0	0.060	1	0.058	1	0.028	0	0.027	0
SP-25	civile abitazione	3060	13.12	31.80	20.53	3.5	6.8	0	0.017	0	0.011	0	0.026	0	0.016	0	0.012	0	0.008	0
SP-24	civile abitazione	3060	13.12	25.25	13.98	10	6.8	2	0.086	2	0.065	1	0.129	2	0.098	2	0.060	1	0.046	0
SP-23	villa antica	3000	15.25	40.00	23.60	17	9	1	0.062	1	0.038	0	0.093	2	0.057	1	0.043	0	0.027	0
SP-22	civile abitazione	2980	15.85	44.00	30.00	20	9	0	0.036	0	0.017	0	0.054	1	0.025	0	0.025	0	0.012	0
SP-21	depandance villa	2980	15.85	40.00	26.00	8	9	0	0.010	0	0.007	0	0.015	0	0.010	0	0.007	0	0.005	0
SP-20	depandance villa	2980	15.85	39.00	25.00	19	9		0.044	0	0.016	0	0.066	1	0.024	0	0.031	0	0.011	0
SP-19	civile abitazione	2780	16.61	27.00	12.24	15	6.8	0	0.039	0	0.018	0	0.058	1	0.027	0	0.027	0	0.013	0
SP-18	civile abitazione	2780	16.61	21.12	6.36	12	6.8	1	0.060	1	0.033	0	0.091	2	0.050	1	0.042	0	0.023	0
SP-18.1	civile abitazione	2760	16.22	15.00	0.63	11	6.8	2	0.110	2	0.077	2	0.165	3	0.115	2	0.077	2	0.054	1
SP-18.2	civile abitazione	2720	15.22	10.72	-2.65	29	6.8	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
SP-17	civile abitazione	2740	15.75	39.23	25.33	17	6.8	0	0.019	0	0.009	0	0.029	0	0.014	0	0.013	0	0.006	0
SP-16	civile abitazione	2700	14.67	50.00	37.18	19	6.8	0	0.007	0	0.001	0	0.011	0	0.002	0	0.005	0	0.001	0
SP-15	civile abitazione	2620	12.51	56.72	43.06	-3	9	0	0.010	0	0.005	0	0.015	0	0.008	0	0.007	0	0.004	0
SP-14	industriale	2540	10.35	45.63	37.13	20	6.8	0	0.018	0	0.014	0	0.028	0	0.021	0	0.013	0	0.010	0
SP-13	magazzini ospedale	2420	6.61	36.92	32.16	7	9	0	0.008	0	0.005	0	0.012	0	0.008	0	0.006	0	0.004	0
SP-12	civile abitazione	2040	-3.15	10.00	15.00	11	6.8	2	0.132	2	0.090	2	0.198	3	0.135	2	0.092	2	0.063	1
SP-11	civile abitazione	2020	-2.75	13.01	17.61	7	6.8	2	0.098	2	0.073	1	0.147	2	0.110	2	0.068	1	0.051	1
SP-10	civile abitazione	2000	-2.24	17.85	21.94	7	6.8	1	0.069	1	0.047	0	0.103	2	0.071	1	0.048	0	0.033	0
SP-09	civile abitazione	1980	-1.60	29.00	32.45	9	6.8	0	0.029	0	0.014	0	0.043	0	0.021	0	0.020	0	0.010	0
SP-08	civile abitazione	1960	-0.86	37.00	36.71	0	6.8	0	0.014	0	0.008	0	0.021	0	0.013	0	0.010	0	0.006	0
SP-07	civile abitazione	1920	0.98	48.00	45.87	7	6.8	0	0.004	0	0.003	0	0.006	0	0.004	0	0.003	0	0.002	0
SP-06	civile abitazione	1920	0.98	48.00	45.87	7	6.8	0	0.008	0	0.003	0	0.012	0	0.005	0	0.006	0	0.002	0
SP-05	scuola	1900	2.08	45.00	44.77	7	6.8	0	0.008	0	0.003	0	0.011	0	0.004	0	0.005	0	0.002	0
SP-04	civile abitazione	1880	3.28	49.00	44.57	7	6.8	0	0.005	0	0.003	0	0.007	0	0.005	0	0.003	0	0.002	0
SP-03	civile abitazione	1860	4.60	47.29	44.54	7	6.8	0	0.005	0	0.003	0	0.007	0	0.005	0	0.003	0	0.002	0
SP-02	civile abitazione	1820	7.39	31.36	25.82	8	6.8	0	0.027	0	0.010	0	0.041	0	0.015	0	0.019	0	0.007	0
SP-01	civile abitazione	1800	8.79	20.53	13.59	8	6.8	2	0.085	2	0.047	0	0.127	2	0.071	1	0.059	1	0.033	0

10.15. GALLERIA CAPPUCCINI

Nome	Tipologia edificio	pK	Quota Progetto	Quota Terreno	Zd (QF-asse)	distanza dall'asse	Raggio Scavo	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno	EpsMax %	Danno
GALLERIA CAPPUCCINI																				
CP-16	magazzino	1600	15.81	37.84	23.88	15		1	0.053	1	0.012	0	0.079	2	0.018	0	0.037	0	0.009	0
CP-15	magazzino	1580	15.91	38.00	23.94	4		0	0.017	0	0.011	0	0.026	0	0.017	0	0.012	0	0.008	0
CP-14	Ex AIAS	1500	16.31	44.05	29.59	0	10	0	0.029	0	0.016	0	0.044	0	0.024	0	0.020	0	0.011	0
CP-13	civile abitazione	1380	16.92	66.21	51.14	-10	6.8	0	0.008	0	0.004	0	0.012	0	0.006	0	0.005	0	0.003	0
CP-12	civile abitazione	1360	17.02	71.99	56.82	-7	9	0	0.007	0	0.004	0	0.011	0	0.006	0	0.005	0	0.003	0
CP-11	civile abitazione	1340	17.13	74.45	59.17	5	9	0	0.005	0	0.003	0	0.008	0	0.005	0	0.004	0	0.002	0
CP-10	civile abitazione	1320	17.23	80.00	64.62	7	9	0	0.005	0	0.003	0	0.007	0	0.005	0	0.003	0	0.002	0
CP-09	chiesa	1080	18.53	89.00	66.32	7	9	0	0.013	0	0.007	0	0.020	0	0.010	0	0.009	0	0.005	0
CP-08	civile abitazione	880	21.53	38.29	18.61	-15	6.8	2	0.081	2	0.049	0	0.122	2	0.073	1	0.057	1	0.034	0
CP-07	civile abitazione	860	21.98	38.82	18.69	12.5	6.8	1	0.075	1	0.055	1	0.112	2	0.082	2	0.052	1	0.038	0
CP-06	civile abitazione	860	21.98	37.69	11.56	10	6.8	2	0.137	2	0.099	2	0.205	3	0.148	2	0.096	2	0.069	1
CP-05	sottopasso stradale	800	23.48	60.00	38.37	0	9	0	0.022	0	0.009	0	0.033	0	0.014	0	0.015	0	0.006	0
CP-04	muro contenimento	840	22.45	47.50	17.90	0	6.8	2	0.079	2	0.054	1	0.118	2	0.081	2	0.055	1	0.038	0
CP-03	ovrappasso pedonal	680	27.20	70.00	44.65	20	6.8	0	0.020	0	0.015	0	0.030	0	0.023	0	0.014	0	0.011	0
CP-02	civile abitazione	720	25.85	80.50	56.50	7	6.8	0	0.006	0	0.004	0	0.009	0	0.006	0	0.004	0	0.003	0
CP-01	civile abitazione	700	26.51	72.00	47.34	0.5	6.8	0	0.010	0	0.006	0	0.014	0	0.009	0	0.007	0	0.004	0
CPSC-03	garage	580	30.68	44.53	9.70	25														
CPSC-02	civile abitazione	480	33.79	36.18	4.24	20														
CPSC-01	ufficio	440	34.55	30.71	-1.99	20														

10.16. SINTESI VALUTAZIONI ESEGUITE

Per la valutazione della stima della categoria di danno si assume il massimo dei valori valutati con VI=1% e K=0.4 e 0.5.

Danno	n.edifici	
0	48	48
1	6	
2	9	15
3	0	
4/5	0	0

Tab. 6-5 Quadro riassuntivo della stima del danno per edifici.

Si osserva che non risultano edifici con danno superiore o uguale a 3si hanno 10 edifici in danno superiore o uguale a 3, cioè che possono risentire di danni strutturali evidenti, 15 con danni visibili e 48, comunque interessati dall'analisi ma che, con un VI=1% non destano preoccupazione.

Gli edifici sono i seguenti:

Nome	Tipologia edificio		pK	Quota Progetto	Quota Terreno	Zd (QF-asse)	distanza dall'asse	Raggio Scavo	Danno
BA-03	civile abitazione		C 3920	35.98	66.21	32.08	21	6.8	1
SP-23	villa antica	Villa di Particolare Interesse	A 3000	15.25	40.00	23.60	17	9	1
SP-18	civile abitazione		A 2780	16.61	21.12	6.36	12	6.8	1
SP-10	civile abitazione	Edificio lesionato	A 2000	-2.24	17.85	21.94	7	6.8	1
CP-16	magazzino	Non interessato dallo scavo in sotterraneo	B 1600	15.81	37.84	23.88	15		1
CP-07	civile abitazione		A 860	21.98	38.82	18.69	12.5	6.8	1
BA-02	civile abitazione		B 3900	35.88	56.57	22.54	14	6.8	2
SP-24	civile abitazione		B 3060	13.12	25.25	13.98	10	6.8	2
SP-18.1	civile abitazione		A 2760	16.22	15.00	0.63	11	6.8	2
SP-12	civile abitazione		A 2040	-3.15	10.00	15.00	11	6.8	2
SP-11	civile abitazione		A 2020	-2.75	13.01	17.61	7	6.8	2
SP-01	civile abitazione		A 1800	8.79	20.53	13.59	8	6.8	2
CP-08	civile abitazione		A 880	21.53	38.29	18.61	-15	6.8	2
CP-06	civile abitazione		A 860	21.98	37.69	11.56	10	6.8	2
CP-04	muro contenimento		A 840	22.45	47.50	17.90	0	6.8	2

Tab. 6-6 Edifici con danno>=0 per VI=1% K=[0.4,0.5].

Per alcune delle condizioni sopra riportate, o per stima del danno elevata o per condizioni geometriche, topografiche e strutturali particolari, si è effettuata anche una modellazione, mediante Plaxis 2D.

Le situazioni ulterioremente indagate sono:

- edifici di via Mignone:
    i. CP04
    ii. CP06
    iii. CP07
    iv. CP08
- edifici di via Scotto
    i. SP10
    ii. SP11
    iii. SP12
- passaggio parietale
    i. SP17

Oltre all'analisi della galleria ferroviaria M.te Pasasco.

10.17. MONITORAGGIO E CONTROLLO

Lo studio condotto ha evidenziato il grado di rischio e la stima del danno di alcuni edifici dovuto allo scavo in sotterraneo, l'approccio è stato mediante l'impiego del metodo del Burland, così come prescritto dal CSA e come richiesto in istruttoria e con modellazioni della struttura come esplicitato nell'istruttoria.

A differenza della prima edizione, le categorie di danno risultano inferiori, da 17 con danno superiore o uguale a 1 si è passati a 9.

Sulla base delle calcolazioni fatte è utile verificare quanto il parametro VI, cioè il coefficiente di contrazione, sia parametro fondamentale per gli effetti di subsidenza in superficie e per identificare il danno, qualsiasi sia il metodo prescelto.

L'approccio eseguito, qualunque esso sia, definisce la probabilità del danno, le aleatorietà dai valori reali risiedono nella complessità del problema e delle effettive variabili che rientrano sia nella valutazione del cedimento conseguente allo scavo, sia nell'effettivo danno che questo cedimento può produrre sull'edificio e l'interazione di questo con il terreno.

Ad ogni buon conto la fase di monitoraggio e taratura è necessaria; posto quindi che il volume di scavo è un parametro volutamente monitorato nelle fasi di scavo meccanizzato, il coefficiente VI può essere facilmente misurato, sia valutando i volumi di iniezione a tergo dei conci (con un ritardo di circa 24-48ore), sia con il controllo in continuo del volume di scavo, (praticamente in tempo reale).

Fatto salvo della necessaria taratura sul campo, possono essere valutati i valori di VI, cioè il 'sovrascavo', che comporta un determinato danno all'edificio considerato.

Per spiegare meglio il concetto che viene introdotto, si consideri di giungere alle progressive di un edificio che, dalle valutazioni fatte, con VI=1%, ha un danno pari a 2.

Se, avvicinandosi all'edificio, si rileva dal monitoraggio un VI=2%, vi è un rischio di danno sicuramente superiore, 3 ad esempio.

Se, d'altra parte, o per interventi effettuati dall'interno o per interventi dall'esterno (vedi via Mignone o Scotto), il VI risulterà paria 0.5%, il danno da 2 può divenire 1 o anche tale da non dare alcun effetto sull'edificio, evitando o limitando interventi per ridurre il VI.

Si determinano così, per ogni edificio, i VI di soglia per danno<1 e danno<3.

Il raffronto in tempo reale del VI durante le fasi di scavo con i valori di soglia dà il quadro della situazione e consente di essere tempestivi nell'attivare procedure di emergenza e/o procedure atte alla riduzione del VI.

Si procede nel seguente modo:

a. si valuta per ogni edificio il VI massimo per ottenere danno inferiore a 1;
b. si valuta per ogni edificio il VI massimo per ottenere danno inferiore a 3;
c. si definisce, per ogni edificio, l'intervallo di progressive di riferimento per il controllo dei VI.
d. si determina per ogni progressiva il VI minimo per danno<1 e danno<3, (definito dall'unione di tutti gli intervalli di cui al punto c).

In tal modo si hanno dei VI di riferimento da raffrontare in tempo reale durante le fasi di scavo.

Si definiscono così:

1. **Soglia di attenzione**, il cui superamento può comportare danno;
2. **Soglia di allarme** il cui superamento può comportare danno 3 o superiore.

			DANNO = 1		DANNO =3	
Nome	VI % per Danno=1	VI % per Danno=3	k=0.4	k=0.5	k=0.4	k=0.5
GR01						
GR02	0.26	0.78	0.26	0.26	0.79	0.78
BA-06						
BA-05	1.28	3.85	1.28	2.37	3.85	7.10
BA-04	2.73	8.19	2.73	4.77	8.19	14.32
BA-03	0.92	2.75	0.92	1.11	2.75	3.34
BA-02	0.44	1.32	0.44	0.55	1.32	1.66
BA-01	1.33	3.99	1.33	1.76	3.99	5.27
SP-41	3.61	10.82	3.61	5.73	10.82	17.20
SP-40	21.80	65.39	21.80	39.95	65.39	119.86
SP-39	13.24	39.71	13.24	25.76	39.71	77.27
SP-38	23.34	70.02	23.34	41.30	70.02	123.91
SP-37	7.92	23.76	7.92	15.01	23.76	45.02
SP-36	4.33	12.99	4.33	8.40	12.99	25.20
SP-35	8.26	24.79	8.26	15.80	24.79	47.40
SP-34	9.27	27.81	9.27	17.74	27.81	53.23
SP-33	10.48	31.44	10.48	17.27	31.44	51.81
SP-32	7.15	21.44	7.15	11.73	21.44	35.20
SP-31	2.89	8.66	2.89	5.48	8.66	16.44
SP-30	1.02	3.07	1.02	1.48	3.07	4.43
SP-29	1.28	3.84	1.28	1.54	3.84	4.62
SP-28	1.48	4.45		1.48		4.45
SP-27	1.26	3.77	1.26	1.34	3.77	4.02
SP-26						
SP-25	2.91	8.74	2.91	4.56	8.74	13.68
SP-24	0.58	1.74	0.58	0.77	1.74	2.31
SP-23	0.81	2.43	0.81	1.31	2.43	3.94
SP-22	1.40	4.20	1.40	3.03	4.20	9.08
SP-21	4.86	14.57	4.86	7.26	14.57	21.77
SP-20	1.14	3.43	1.14	3.11	3.43	9.34
SP-19	1.29	3.87	1.29	2.77	3.87	8.32
SP-18	0.83	2.48	0.83	1.50	2.48	4.50
SP-18.1	0.45	1.36	0.45	0.65	1.36	1.95
SP-18.2						
SP-17	2.61	7.83	2.61	5.43	7.83	16.28
SP-16	6.90	20.69	6.90	42.85	20.69	128.56
SP-15	5.06	15.18	5.06	9.68	15.18	29.05
SP-14	2.71	8.14	2.71	3.59	8.14	10.78
SP-13	6.36	19.07	6.36	9.76	19.07	29.29
SP-12	0.38	1.14	0.38	0.55	1.14	1.66
SP-11	0.51	1.53	0.51	0.68	1.53	2.05
SP-10	0.73	2.18	0.73	1.06	2.18	3.17
SP-09	1.75	5.26	1.75	3.55	5.26	10.64
SP-08	3.56	10.69	3.56	5.92	10.69	17.75
SP-07	12.50	37.50	12.50	19.94	37.50	59.82
SP-06	6.24	18.71	6.24	15.56	18.71	46.68
SP-05	6.66	19.99	6.66	16.70	19.99	50.10
SP-04	10.87	32.61	10.87	16.15	32.61	48.45
SP-03	10.89	32.66	10.89	15.48	32.66	46.43
SP-02	1.85	5.54	1.85	5.07	5.54	15.20
SP-01	0.59	1.77	0.59	1.05	1.77	3.16
CP-16	0.95	2.84	0.95	4.06	2.84	12.19
CP-15	2.88	8.63	2.88	4.47	8.63	13.41
CP-14	1.71	5.12	1.71	3.08	5.12	9.23
CP-13	6.51	19.54	6.51	12.56	19.54	37.67
CP-12	6.76	20.27	6.76	13.13	20.27	39.40
CP-11	9.13	27.38	9.13	14.92	27.38	44.77
CP-10	10.01	30.02	10.01	15.34	30.02	46.01
CP-09	3.77	11.31	3.77	7.37	11.31	22.12
CP-08	0.62	1.85	0.62	1.02	1.85	3.07
CP-07	0.67	2.00	0.67	0.91	2.00	2.73
CP-06	0.37	1.10	0.37	0.51	1.10	1.52
CP-05	2.27	6.81	2.27	5.49	6.81	16.47
CP-04	0.63	1.90	0.63	0.93	1.90	2.78
CP-03	2.46	7.38	2.46	3.28	7.38	9.85
CP-02	8.06	24.18	8.06	11.87	24.18	35.62
CP-01	5.19	15.57	5.19	8.68	15.57	26.03
CPSC-03						
CPSC-02						
CPSC-01						

VI>10%
VI<1%

Nota:
in rosa sono evidenziati gli edifici che subiscono danno anche con perdite di volume minime.

In grigio gli edifici che praticamente non hanno danno

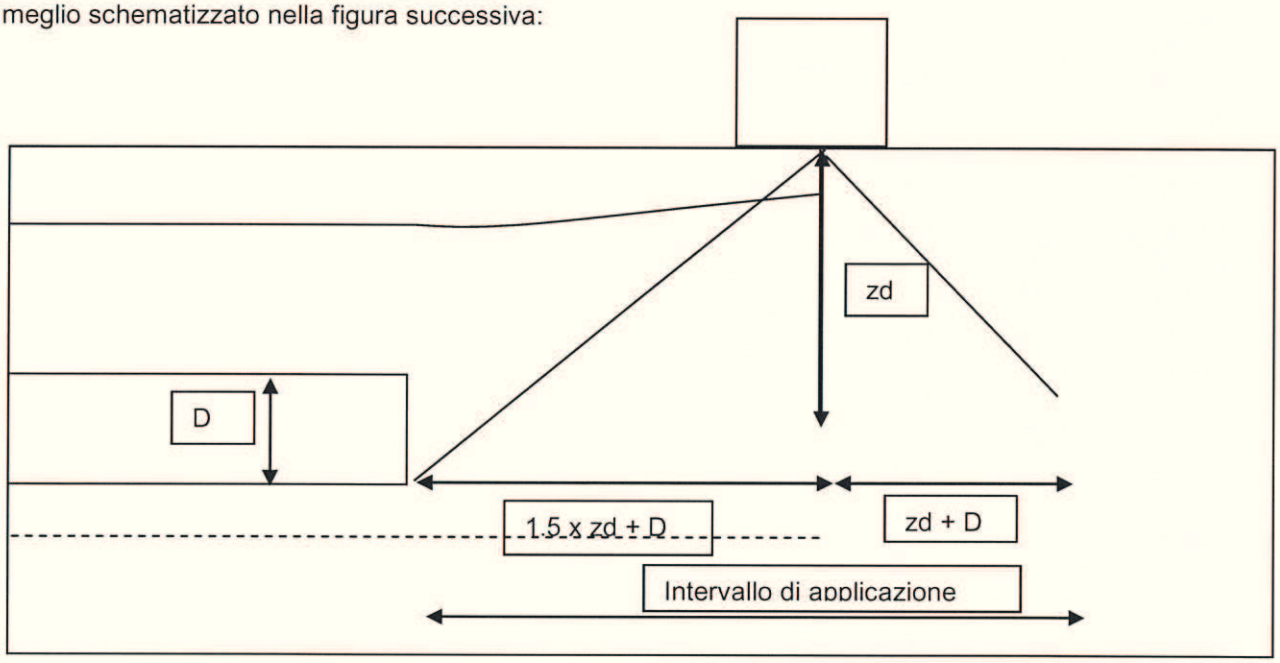
10.18. DISTRIBUZIONE DI VL CALCOLATI SUL PROFILO - DEFINIZIONE DELLE SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME

Per ogni edificio è definita la progressiva relativa all'attraversamento.

Considerando che gli effetti del bacino di subsidenza sono in realzione alla copertura e che la maggiore problematica è avvicinandosi all'edificio in modo tale da prendere per tempo le dovute contromisure, si sono definiti seguenti intervalli di applicazione del VI definito da ogni edificio:

da "progressiva edificio - (1.5 x copertura + Diametro di scavo)" a "progressiva edificio + 1 x copertura + diametro"

meglio schematizzato nella figura successiva:



10.19. CONTROLLO DI VL

Qui di seguito, per ogni progressiva, le soglie di attenzione e di allarme, determinate come dai capitoli precedenti.

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA CAPPUCCINI		
600.00	10.00	10.00	
610.00	2.46	7.38	
620.00	2.46	7.38	
630.00	2.46	7.38	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA CAPPUCCINI		
640.00	2.46	7.38	
650.00	2.46	7.38	
660.00	2.46	7.38	
670.00	2.46	7.38	
680.00	2.46	7.38	
690.00	2.46	7.38	
700.00	2.46	7.38	
710.00	2.46	7.38	
720.00	2.46	7.38	
730.00	2.46	7.38	
740.00	2.27	6.81	
750.00	2.27	6.81	
760.00	2.27	6.81	
770.00	2.27	6.81	
780.00	2.27	6.81	
790.00	0.63	1.90	
800.00	0.63	1.90	
810.00	0.63	1.90	
820.00	0.37	1.10	
830.00	0.37	1.10	
840.00	0.37	1.10	
850.00	0.37	1.10	
860.00	0.37	1.10	
870.00	0.37	1.10	
880.00	0.37	1.10	
890.00	0.37	1.10	
900.00	0.62	1.85	
910.00	0.62	1.85	
920.00	0.62	1.85	
930.00	10.00	10.00	
940.00	10.00	10.00	
950.00	10.00	10.00	
960.00	10.00	10.00	
970.00	10.00	10.00	
980.00	3.77	10.00	
990.00	3.77	10.00	
1000.00	3.77	10.00	
1010.00	3.77	10.00	
1020.00	3.77	10.00	
1030.00	3.77	10.00	
1040.00	3.77	10.00	
1050.00	3.77	10.00	
1060.00	3.77	10.00	
1070.00	3.77	10.00	
1080.00	3.77	10.00	
1090.00	3.77	10.00	
1100.00	3.77	10.00	
1110.00	3.77	10.00	
1120.00	3.77	10.00	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA CAPPUCCINI		
1130.00	3.77	10.00	
1140.00	3.77	10.00	
1150.00	3.77	10.00	
1160.00	3.77	10.00	
1170.00	3.77	10.00	
1180.00	3.77	10.00	
1190.00	3.77	10.00	
1200.00	3.77	10.00	
1210.00	10.00	10.00	
1220.00	10.00	10.00	
1230.00	10.00	10.00	
1240.00	10.00	10.00	
1250.00	9.13	10.00	
1260.00	9.13	10.00	
1270.00	6.76	10.00	
1280.00	6.76	10.00	
1290.00	6.76	10.00	
1300.00	6.51	10.00	
1310.00	6.51	10.00	
1320.00	6.51	10.00	
1330.00	6.51	10.00	
1340.00	6.51	10.00	
1350.00	6.51	10.00	
1360.00	6.51	10.00	
1370.00	6.51	10.00	
1380.00	6.51	10.00	
1390.00	6.51	10.00	
1400.00	6.51	10.00	
1410.00	6.51	10.00	
1420.00	6.51	10.00	
1430.00	6.51	10.00	
1440.00	1.71	5.12	
1450.00	1.71	5.12	
1460.00	1.71	5.12	
1470.00	1.71	5.12	
1480.00	1.71	5.12	
1490.00	1.71	5.12	
1500.00	1.71	5.12	
1510.00	1.71	5.12	
1520.00	1.71	5.12	
1530.00	1.71	5.12	
1540.00	1.71	5.12	
1550.00	1.71	5.12	

Tab. 9-7 Galleria Cappuccini.

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
1780.00	0.59	1.77	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
1790.00	0.59	1.77	
1800.00	0.59	1.77	
1810.00	0.59	1.77	
1820.00	0.59	1.77	
1830.00	0.59	1.77	
1840.00	0.59	1.77	
1850.00	0.59	1.77	
1860.00	1.85	5.54	
1870.00	1.85	5.54	
1880.00	1.85	5.54	
1890.00	6.24	10.00	
1900.00	6.24	10.00	
1910.00	3.56	10.00	
1920.00	3.56	10.00	
1930.00	1.75	5.26	
1940.00	1.75	5.26	
1950.00	1.75	5.26	
1960.00	0.73	2.18	
1970.00	0.73	2.18	
1980.00	0.73	2.18	
1990.00	0.51	1.53	
2000.00	0.51	1.53	
2010.00	0.38	1.14	
2020.00	0.38	1.14	
2030.00	0.38	1.14	
2040.00	0.38	1.14	
2050.00	0.38	1.14	
2060.00	0.38	1.14	
2070.00	0.38	1.14	
2080.00	0.38	1.14	
2090.00	10.00	10.00	
2100.00	10.00	10.00	
2110.00	10.00	10.00	
2120.00	10.00	10.00	
2130.00	10.00	10.00	
2140.00	10.00	10.00	
2150.00	10.00	10.00	
2160.00	10.00	10.00	
2170.00	10.00	10.00	
2180.00	10.00	10.00	
2190.00	10.00	10.00	
2200.00	10.00	10.00	
2210.00	10.00	10.00	
2220.00	10.00	10.00	
2230.00	10.00	10.00	
2240.00	10.00	10.00	
2250.00	10.00	10.00	
2260.00	10.00	10.00	
2270.00	10.00	10.00	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
2280.00	10.00	10.00	
2290.00	10.00	10.00	
2300.00	10.00	10.00	
2310.00	10.00	10.00	
2320.00	10.00	10.00	
2330.00	10.00	10.00	
2340.00	10.00	10.00	
2350.00	10.00	10.00	
2360.00	6.36	10.00	
2370.00	6.36	10.00	
2380.00	6.36	10.00	
2390.00	6.36	10.00	
2400.00	6.36	10.00	
2410.00	6.36	10.00	
2420.00	6.36	10.00	
2430.00	6.36	10.00	
2440.00	6.36	10.00	
2450.00	6.36	10.00	
2460.00	6.36	10.00	
2470.00	6.36	10.00	
2480.00	2.71	8.14	
2490.00	2.71	8.14	
2500.00	2.71	8.14	
2510.00	2.71	8.14	
2520.00	2.71	8.14	
2530.00	2.71	8.14	
2540.00	2.71	8.14	
2550.00	2.71	8.14	
2560.00	2.71	8.14	
2570.00	2.71	8.14	
2580.00	2.71	8.14	
2590.00	2.71	8.14	
2600.00	2.71	8.14	
2610.00	2.71	8.14	
2620.00	2.71	8.14	
2630.00	2.71	8.14	
2640.00	5.06	10.00	
2650.00	5.06	10.00	
2660.00	5.06	10.00	
2670.00	5.06	10.00	
2680.00	2.61	7.83	
2690.00	2.61	7.83	
2700.00	2.61	7.83	
2710.00	2.61	7.83	
2720.00	2.61	7.83	
2730.00	0.45	1.36	
2740.00	0.45	1.36	
2750.00	0.45	1.36	
2760.00	0.45	1.36	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
2770.00	0.45	1.36	
2780.00	0.45	1.36	
2790.00	0.45	1.36	
2800.00	0.45	1.36	
2810.00	0.83	2.48	
2820.00	0.83	2.48	
2830.00	0.83	2.48	
2840.00	1.29	3.87	
2850.00	10.00	10.00	
2860.00	10.00	10.00	
2870.00	10.00	10.00	
2880.00	10.00	10.00	
2890.00	10.00	10.00	
2900.00	10.00	10.00	
2910.00	10.00	10.00	
2920.00	1.40	4.20	
2930.00	1.14	3.43	
2940.00	1.14	3.43	
2950.00	0.81	2.43	
2960.00	0.81	2.43	
2970.00	0.81	2.43	
2980.00	0.81	2.43	
2990.00	0.81	2.43	
3000.00	0.81	2.43	
3010.00	0.81	2.43	
3020.00	0.81	2.43	
3030.00	0.58	1.74	
3040.00	0.58	1.74	
3050.00	0.58	1.74	
3060.00	0.58	1.74	
3070.00	0.58	1.74	
3080.00	0.58	1.74	
3090.00	0.58	1.74	
3100.00	0.58	1.74	
3110.00	0.58	1.74	
3120.00	1.26	3.77	
3130.00	1.26	3.77	
3140.00	1.26	3.77	
3150.00	1.28	3.84	
3160.00	1.02	3.07	
3170.00	1.02	3.07	
3180.00	1.02	3.07	
3190.00	1.02	3.07	
3200.00	1.02	3.07	
3210.00	1.02	3.07	
3220.00	1.02	3.07	
3230.00	1.02	3.07	
3240.00	1.02	3.07	
3250.00	1.02	3.07	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
3260.00	1.02	3.07	
3270.00	2.89	8.66	
3280.00	2.89	8.66	
3290.00	2.89	8.66	
3300.00	2.89	8.66	
3310.00	2.89	8.66	
3320.00	2.89	8.66	
3330.00	2.89	8.66	
3340.00	2.89	8.66	
3350.00	4.33	10.00	
3360.00	4.33	10.00	
3370.00	4.33	10.00	
3380.00	4.33	10.00	
3390.00	4.33	10.00	
3400.00	4.33	10.00	
3410.00	4.33	10.00	
3420.00	4.33	10.00	
3430.00	4.33	10.00	
3440.00	4.33	10.00	
3450.00	4.33	10.00	
3460.00	4.33	10.00	
3470.00	4.33	10.00	
3480.00	7.92	10.00	
3490.00	7.92	10.00	
3500.00	7.92	10.00	
3510.00	7.92	10.00	
3520.00	7.92	10.00	
3530.00	7.92	10.00	
3540.00	7.92	10.00	
3550.00	10.00	10.00	
3560.00	10.00	10.00	
3570.00	10.00	10.00	
3580.00	10.00	10.00	
3590.00	10.00	10.00	
3600.00	10.00	10.00	
3610.00	10.00	10.00	
3620.00	10.00	10.00	
3630.00	10.00	10.00	
3640.00	3.61	10.00	
3650.00	3.61	10.00	
3660.00	3.61	10.00	
3670.00	3.61	10.00	
3680.00	3.61	10.00	
3690.00	3.61	10.00	
3700.00	3.61	10.00	
3710.00	3.61	10.00	
3720.00	3.61	10.00	
3730.00	3.61	10.00	
3740.00	3.61	10.00	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA SAN PAOLO		
3750.00	3.61	10.00	
3760.00	3.61	10.00	
3770.00	3.61	10.00	
3780.00	3.61	10.00	

Tab. 9-8 Galleria San Paolo

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA BASCI		
3860.00	1.33	3.99	
3870.00	0.44	1.32	
3880.00	0.44	1.32	
3890.00	0.44	1.32	
3900.00	0.44	1.32	
3910.00	0.44	1.32	
3920.00	0.44	1.32	
3930.00	0.44	1.32	
3940.00	0.44	1.32	
3950.00	0.92	2.75	
3960.00	0.92	2.75	
3970.00	0.92	2.75	
3980.00	0.92	2.75	
3990.00	2.73	8.19	
4000.00	2.73	8.19	
4010.00	2.73	8.19	
4020.00	2.73	8.19	
4030.00	10.00	10.00	
4040.00	10.00	10.00	
4050.00	10.00	10.00	
4060.00	10.00	10.00	
4070.00	10.00	10.00	
4080.00	10.00	10.00	
4090.00	10.00	10.00	
4100.00	10.00	10.00	
4110.00	10.00	10.00	
4120.00	10.00	10.00	
4130.00	10.00	10.00	
4140.00	10.00	10.00	
4150.00	10.00	10.00	
4160.00	10.00	10.00	
4170.00	10.00	10.00	
4180.00	10.00	10.00	
4190.00	10.00	10.00	
4200.00	10.00	10.00	
4210.00	10.00	10.00	
4220.00	10.00	10.00	
4230.00	10.00	10.00	
4240.00	10.00	10.00	
4250.00	10.00	10.00	

	VI %	VI %	
Pk	D<1	D<3	
	GALLERIA BASCI		
4260.00	10.00	10.00	
4270.00	10.00	10.00	
4280.00	1.28	3.85	
4290.00	1.28	3.85	
4300.00	1.28	3.85	
4310.00	1.28	3.85	
4320.00	1.28	3.85	
4330.00	1.28	3.85	
4340.00	1.28	3.85	

Tab. 9-9 Galleria Basci.

Da queste risulta

Lunghezza di scavo con VI<1% D<1 L=750m.

10.20. CONCLUSIONI

L'ATI ha affrontato gli aspetti relativi agli effetti tenso deformativi sugli edifici ed opere civili, con riguardo particolare agli scavi in sotterraneo.

Contestualmente alle indagini propedeutiche alla progettazione, quali rilievi celerimetrici, indagini geognostiche ecc. ci si è attivati nel censimento delle interferenze, degli edifici ed opere civili direttamente o indirettamente interessate dal tracciato.

Durante questa fase si sono evidenziate interferenze e scenari progettuali, anche aggiunti alle fase precedenti di progettazione.

Sono stati così valutati i fattori di rischio e gli scenari di danno sulle opere censite con approfondimenti su modello. Questo è stato effettuato i modo critico, come in premessa ben evidenziato e sviluppato.

In particolare si riportano i passaggi significativi:

Dovuti allo scavo:

c. vibrazioni
d. fenomeni locali di sovrascavo, in modo non esaustivo:
    a. condizioni locali di scadente comportamento meccanico, con localizzati sfornellamenti a bassa copertura;
    b. presenza di percolazioni di acque non prevedibili;
    c. condizioni di forte differenza di comportamento meccanico del materiale sulla sezione di scavo (es. parte inferiore in ammasso compatto: buone caratteristiche, parte superiore in ammasso alterato o altamente fratturato);

Dovuti alle condizioni dell'ammasso/terreno:

c. eterogeneità del materiale e comportamento tenso deformativo dell'ammasso e propagazione degli effetti dello scavo in superficie;

d. variazioni repentine della scistosità e dei piani principali di fratturazione (si è notato nelle formazioni interessate)

Dovute all'edificio:

d. anno e normativa con cui l'edificio è stato dimensionato
e. stato effettivo delle fondazioni (costruttivo)
f. stato tenso deformativo antecedente lo scavo, fortemente dipendente dall'età dell'edificio e dai fenomeni viscosi del materiale ed anche dalle modalità costruttive/esecutive e dagli eventuali interventi succedutisi nel tempo;

Data l'importanza dell'opera, la particolare complessità geotecnica ed operativa come sopra riportato, (in modo certamente non esaustivo), la stima previsionale qui condota necessita in fase costruttiva di adeguata taratura mediante un piano di monitoraggio e controllo mirato che indirizzi gli interventi e le decisioni sulla base dell'affinamento della stima del danno, (cfr 6.2.4 DM2008). Gli interventi da porre in essere sono qui riportati negli ambiti di acettabilità dei valori rappresentativi del complesso struttura/terreno, nell'applicazione dei metodi richiesti.

Mediante l'applicazione a ritroso del metodo di Burland, empirico analitico, si sono valutate le soglie di attenzione e di allarme da applicarsi ad un parametro di controllo che, nel caso di scavo meccanizzato, è monitorato in tempo reale: l'eccesso di volume di scavo rispetto al teorico.

Il valore massimo del "volume perso" è stato assunto similmente a quanto ipotizzato in fase di gara, pari ovvero all'1% del volume scavato. Questo valore limite, da ritenersi usuale per un corretto campo di impiego di una macchina TBM monoshield, è stato impiegato per la valutazione dei cedimenti attesi e per l'analisi di rischio delle preesistenze in superficie.

E' stato condotto quindi l'analisi di cui sopra, che ha fornito lo scenario di cui alle tabelle precedenti, che individuano la categoria del danno (secondo Burland); si riporta una tabella riepilogativa a seguire :

Nome	Tipologia edificio			pK	Quota Progetto	Quota Terreno	Zd (QF-asse)	distanza dall'asse	Raggio Scavo	Danno
BA-03	civile abitazione		C	3920	35.98	66.21	32.08	21	6.8	1
SP-23	villa antica	Villa di Particolare Interesse	A	3000	15.25	40.00	23.60	17	9	1
SP-18	civile abitazione		A	2780	16.61	21.12	6.36	12	6.8	1
SP-10	civile abitazione	Edificio lesionato	A	2000	-2.24	17.85	21.94	7	6.8	1
CP-16	magazzino	Non interessato dallo scavo in sotterraneo	B	1600	15.81	37.84	23.88	15		1
CP-07	civile abitazione		A	860	21.98	38.82	18.69	12.5	6.8	1
BA-02	civile abitazione		B	3900	35.88	56.57	22.54	14	6.8	2
SP-24	civile abitazione		B	3060	13.12	25.25	13.98	10	6.8	2
SP-18.1	civile abitazione		A	2760	16.22	15.00	0.63	11	6.8	2
SP-12	civile abitazione		A	2040	-3.15	10.00	15.00	11	6.8	2
SP-11	civile abitazione		A	2020	-2.75	13.01	17.61	7	6.8	2
SP-01	civile abitazione		A	1800	8.79	20.53	13.59	8	6.8	2
CP-08	civile abitazione		A	880	21.53	38.29	18.61	-15	6.8	2
CP-06	civile abitazione		A	860	21.98	37.69	11.56	10	6.8	2
CP-04	muro contenimento		A	840	22.45	47.50	17.90	0	6.8	2

Tab. 9-10 - Riepilogo edifici e relativi classi di danno.

In questa fase di progettazione esecutiva, per questioni di sicurezza, e alla luce di quanto sopra, si rende necessario prevedere lo sgombero preventivo degli edifici valutati in danno superiore o uguale a 2, e l'esproprio con demolizione per quegli edifici valutati in danno superiore o uguale a 4.

Per quanto agli edifici con categoria pari a 4 è necessario un intervento di esproprio, per i quali sarà opportuno valutare in corso d'opera la necessità di demolizione degli stessi.

Per quanto agli edifici di categoria 2 e 3 sono necessari interventi di sgombero preventivi, al fine di eseguire le lavorazioni in completa sicurezza.

L'analisi condotta su questi ultimi è stata affinata calcolando, per ciascun edificio indagato, il valore massimo del "volume perso" che riduce il rischio del danno ad un valore inferiore od uguale ad 1, quanto sopra al fine di evitare danni alle strutture.

Il suddetto valore limite di VI è variabile per ciascun edificio, e per l'edificio analizzato è ovviamente variabile al variare della progressiva di scavo della macchina TBM.

Pertanto per ogni edificio sono stati calcolati gli intervalli spaziali (lungo l'asse di scavo) e l'insieme dei valori limite di VI, rispettando i quali il rischio del danno, con le ipotesi assunte a base del calcolo, si riduce ad un valore inferiore od uguale ad 1.

Si evidenzia peraltro che nel caso in esame, per le condizioni geotecniche sopradiscusse i limiti così individuati del VI (%) costituiscono un obiettivo che potrebbe richiedere l'adozione di speciali accorgimenti in fase di scavo da mettere a punto in corso d'opera, edificio per edificio, a seguito dell'esame della risposta deformativa al fronte ed al contorno del cavo.

Tale approccio sarà inevitabilmente causa di motivi di perditempo per la definizione degli interventi che dovrà essere fatta volta per volta e caso per caso, e conseguente indeterminatezza sul programma lavori, per cui al fine di contenere i tempi di esecuzione totali si consiglia comunque l'espropriazione almeno degli edifici che risulteranno in classe di danno 3.

Se invece codesto Committente decidesse di non espropriare i suddetti interventi, l'ATI procederà comunque con l'esecuzione delle lavorazioni, concordando volta per volta con la D.L. gli interventi da attuare per ricondurre gli edifici con classe di danno pari a 2 e 3 alla classe di danno 1. Resta inteso che nel caso in cui gli interventi suddetti non dessero riscontro in campo con la riduzione della classe di danno (ovvero non si riuscirebbe a ricondurre la classe di danno almeno al valore di 1), sarebbero comunque da espropriare quegli edifici per i quali nonostante gli interventi la classe di danno resterebbe comunque superiore ad 1 al fine di consentire l'esecuzione delle lavorazioni in completa sicurezza, con conseguente impatto sui tempi di esecuzione delle lavorazioni, in termini di tempi a causa dell'avvio e chiusura delle procedure espropriative non programmate.

In conclusione, nei paragrafi precedenti e nelle relazioni specifiche predisposte si è cercato di esaminare approfonditamente ogni aspetto tecnico legato allo scavo meccanizzato della galleria in questione.

Dagli approfondimenti geotecnici effettuati sul campo, condotti tramite prospezioni a grande diametro, è emersa una situazione geologica in parte differente da quella conosciuta fino ad oggi (si rimanda alle relazione specialistiche), soprattutto per lo strato corticale di copertura, il tutto aggravato dall'imprevista impossibilità a reperire i progetti strutturali degli edifici indagati ed in particolare del sistema fondale.

Il nuovo scenario geologico cui ci si ritrova ad operare unito alla necessità di rispettare la percentuale di volume di terreno perso, pari ai valori sopra determinati del volume di terreno scavato, non possono che imporre all'attenzione del progettista la necessità di prevedere già in questa fase preparatoria della commessa le possibili soluzioni alle tematiche operative e/o di sicurezza che la realizzazione della galleria dell'importanza di quella in oggetto con una così scarsa copertura rivestono sia per la Committente che per la collettività, visto il tessuto fortemente urbanizzato in cui si va ad operare.

Proprio per tener conto di tutte le variabili in gioco in parte già note ma in parte emerse solo a seguito dei recenti sondaggi, si è dovuto equipaggiare la macchina TBM di una serie di accorgimenti che permettessero di fornire, durante le operazioni di scavo, quei dati essenziali, che uniti ai monitoraggi in corso d'opera, riescono a garantire la realizzazione delle gallerie in perfetta sicurezza ed in accordo alle limitazioni calcolate.

In particolare è stata individuata la macchina " Herrenknecht DS-2967a60_d Single Shield Hard Rock TBM" (si riportano in allegato alcune schede descrittive) che permette, pur senza stravolgere il progetto iniziale, di garantire, con apposite predisposizioni tecniche d'avanguardia il contenimento dei possibili maggiori extra scavi e dei conseguenti importanti fenomeni di subsidenza che, teoricamente prevedibili, potranno essere accertati, studiati e perfettamente quantificati solo in corso di esecuzione.

La scelta della macchina Herrenknecht DS-2967a60 d Single Shield Hard Rock TBM è infatti l'unica che garantisca, con un impegno economico preventivo relativamente "modesto" rispetto al valore dell'opera, la risoluzione tecnica dei gravi problemi che il cantiere si troverà ad affrontare in una situazione geologica, conseguente al nuovo scenario, al limite della fattibilità per una macchina EPB, se si escludono altre soluzioni senz'altro più onerose e senza dubbio difformi dal progetto d'appalto che prevedano il consolidamento generalizzato a priori del terreno.

Punto di forza della presente soluzione è infatti la possibilità di calibrare, ove necessario, di tratta in tratta, l'applicazione della tecnologia più adatta alla "messa in sicurezza " della galleria e del territorio evitando inutili diseconomie e calibrando le scelte tecniche non solo su dati necessariamente teorici, bensì su risposte sperimentali dell'intero complesso macchina-terreno-sovrastrutture esistenti.

La macchina, con le dotazioni aggiuntive rispetto a quanto previsto, consente di effettuare gli interventi dal fronte di scavo monitorando gli effetti in superficie.

Pertanto gli interventi che si renderanno necessari per consolidare l'ammasso dalla macchina, saranno da compensarsi a parte, a seguito del manifestarsi della relativa necessità, per cui sarà conseguentemente da aggiornare anche il quadro economico sulla base delle risultanze di cui sopra.

In particolare, a seconda della classe di rischio che si dovesse riscontrare per l'edificio posto sul fronte, ad una data distanza dallo scavo (distanza alla quale si riscontrano i primi effetti della subsidenza), possono definirsi una serie di interventi tipologici come riportato di seguito:

- edificio il cui rischio di danno è stato stimato pari o superiore a 3, la cui valutazione di calcolo è riscontrata dalle risultanze dei monitoraggi di superficie;

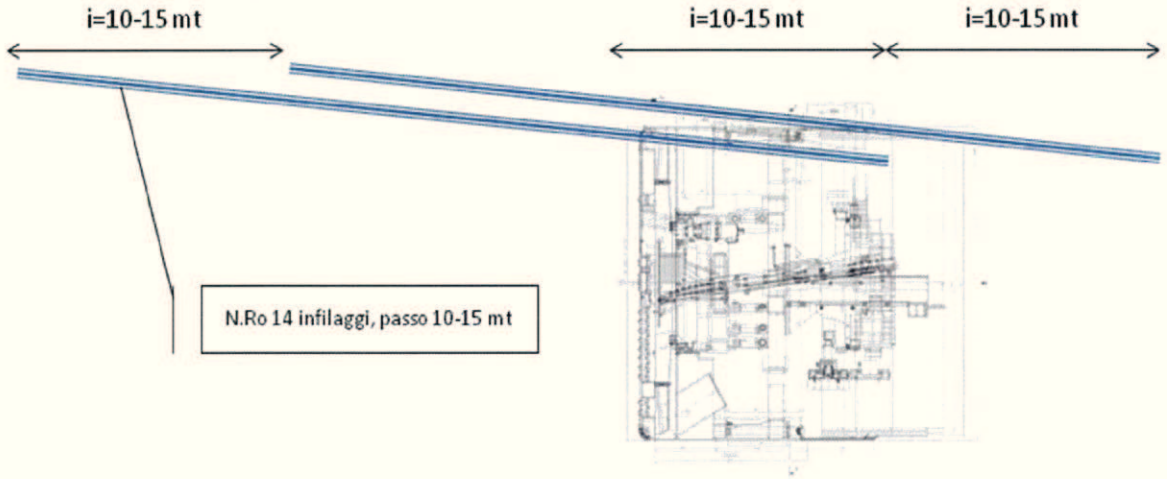
  l'intervento sarà mirato a consolidare l'ammasso sottostante, già dalla progressiva dalla quale si risente l'effetto in superficie, a mezzo di iniezioni con malta cementizia.

  Il numero di iniezioni/infilaggi sarà commisurato al rischio di danno da ridurre/eliminare (ricondurre almeno al rischio di danno 1), e nel caso in oggetto sarà pari a circa n.ro 14 infilaggi radiali (i=5°), lunghezza 30 mt, sovrapposizione 20 mt (interasse 10 mt), secondo lo schema generico di cui alla figura seguente.

- edificio il cui rischio di danno è stato stimato pari a 2, la cui valutazione di calcolo è riscontrata dalle risultanze dei monitoraggi di superficie;

  l'intervento sarà mirato a consolidare l'ammasso sottostante, già dalla progressiva dalla quale si risente l'effetto in superficie, a mezzo di iniezioni con malta cementizia.

  Il numero di iniezioni/infilaggi sarà commisurato al rischio di danno da ridurre/eliminare (ricondurre almeno al rischio di danno 1), e nel caso in oggetto sarà pari a circa n.ro 14 infilaggi radiali (i=5°), lunghezza 30 mt, sovrapposizione 15 mt (interasse 15 mt), secondo lo schema generico di cui alla figura seguente.



Le analisi condotte, le indagini storico documentali sugli edifici e le considerazioni strutturali e normative su questi mettono in evidenza, comunque, la problematica della sicurezza strutturale, non semplicemente applicata alla stima del danno nel breve periodo, ma sulla *valutazione della 'riduzione' dei margini di sicurezza della struttura*.

Infatti, la bibliografia di riferimento in materia del danno sugli edifici per scavi in sotterraneo è focalizzata sulla determinazione del danno al passaggio del fronte di scavo, nel breve periodo, sia perché già di complessa valutazione, sia per ragioni storiche, essendo i primi studi condotti in aree non soggette ad azioni eccezionali, sismiche.

Nel caso in esame gli edifici interessati dagli scavi risultano essere progettati antecedentemente all'entrata in vigore della nuova normativa, in particolare senza considerare azioni sismiche, ma non solo.

Gli effetti degli scavi non sono solo di tipo deformativo, ma, nell'ambito della interazione terreno/struttura, inducono anche stati coattivi sulla struttura di varia entità, sicuramente non considerati nella fase di dimensionamento progettuale dell'edificio.

Già le strutture esistenti non sono, in generale, verificabili con la nuova normativa, l'incremento degli stati tensionali dovuto agli scavi, peggiorano l'esito di tale verifica.

Gli studi fatti mostrano che l'incremento di sollecitazione, (sul momento negativo delle travate in particolare), è dell'ordine dello 0-5% per stima del danno=1, 5-15% per stima del danno=2, fino al 20-25% per stima del danno 3, e "*fuori controllo*" per danno superiore (rif. elaborati cod. PE12-GN-000-330-RE_01 e PE12-GN-000-330-RE_02).

Il rientro e l'agibilità per gli edifici suddetti potrà comunque essere data solo successivamente, dopo che è stato verificato lo stato deformativo ed anche tensionale indotto negli edifici, anche valutando la quota degli ulteriori effetti di lungo termine, restando la suddetta incertezza al di fuori delle competenze dell'ATI.

Valutazioni che possono essere svolte solo successivamente, e comunque da effettuare con le norme vigenti e quindi necessariamente al di fuori delle valutazioni di stima qui riportate.

Quanto sopra aggravato dall'imprevista impossibilità a reperire i progetti strutturali degli edifici indagati ed in particolare del sistema fondale.

10.21. RAFFRONTO CON LIVELLETTA PD

Applicando il medisimo approccio richiesto, si può fare un raffronto sullo scenario di rischio e di danno.

Si premette che gli scavi in sotterraneo sono differenti,

Danno	n.edifici	
0	39	39
1	8	
2	5	13
3	8	
4/5	2	10

Tab. 10-11 Livelletta di PD, distribuzione del danno

Danno	n.edifici	
0	48	48
1	6	
2	9	15
3	0	
4/5	0	0

Tab. 10-12 Livelletta di PE, distribuzione del danno

Dal raffronto, anche con il metodo Burland, si nota la forte riduzione del danno negli edifici censiti, in linea con le richieste del CIPE.

Per miglior dettaglio si rimanda alle tabelle precedenti ed alla relazione di emissione.

11. OPERE D'ARTE MINORI E OPERE D'ARTE AGLI SVINCOLI

Le opere d'arte minori da realizzarsi nell'ambito del progetto sono costituite da opere di sostegno lungo l'asse principale e da alcune opere di sovrappasso nella zona dello svincolo Miramare.

11.1. *OPERE DI SOSTEGNO*

Le opere di sostegno presenti lungo il tracciato sono costituite da muri a mensola e a contrafforti ubicati sia lungo l'asse principale sia lungo le rampe dei singoli svincoli.

La tabella 10-1 riassume le opere individuate lungo lo sviluppo dell'arteria stradale, individuandone l'ubicazione lungo il tracciato stradale in termini di progressive e definendo l'altezza massima e minimina

	RAMPA	OPERA DI SOSTEGNO	PROGRESSIVA		ALTEZZA	
	-	-	INIZIO (m)	FINE (m)	MIN (m)	MAX (m)
Asse principale		CO-OS-SX1 Tratto A	217.20	250.00	6.95	13.10
Asse principale		CO-OS-SX1 Tratto B	248.90	400.00	13.50	13.50
Asse principale		CO-OS-SX1 Tratto C	420.00	460.00	2.70	7.50
Asse principale		CO-OS-DX1	-	-	6.95	6.95
Svincolo Letimbro	Rampa E	LI-E-OS-DX1	129.20	140.90	4.10	4.10
Svincolo Letimbro	Rampa E	LI-E-OS-SX1	80.00	145.00	7.60	7.60
Svincolo Miramare	Via Turati	MI-VT-OS-SX1 Tratto A	84.10	111.00	1.35	3.50
Svincolo Miramare	Via Turati	MI-VT-OS-SX1 Tratto B	4.10	22.50	5.80	7.60
Svincolo Miramare	Rampa H	MI-H-OS-DX1 Tratto A	15.99	40.10	3.30	3.30
Svincolo Miramare	Rampa H	MI-H-OS-DX1 Tratto B	50.10	53.60	0.85	5.50
Sansobbia	Rampa Q	SA-Q-OS-DX1 Tratto A-B	190.00	237.99	1.30	3.60
Sansobbia	Rampa R	SA-R-OS-DX1	30.00	63.29	0.86	2.60
Sansobbia	Rampa F	SA-F-OS-SX1	324.07	386.61	0.85	0.85

Fig. 11-1 Quadro riassuntivo opere d'arte

Le opere di sostegno con tipologia a contrafforte (Fig.10-1) sono previste lungo lo sviluppo dell'asse principale, tra le progressive +217.20 e +400.00 (CO-OS-SX1 Tratto A e CO-OS-SX1 Tratto B). L'adozione di tale tipologia è dettata:

- Dalle notevoli altezze presenti (max 13.50 m), che rendono strutturalmente non conveniente l'adozione della tipologia a mensola;
- Dal non potere utilizzare opere di sostegno a mensola, con tratto in elevazione vincolato con più ordini di tiranti, in quanto il tratto di ancoraggio dei singoli tiranti interferisce con le opere di fondazione su pozzi del rilevato autostradale che corre parallelo al tracciato a progetto.

Le opere a contrafforti, causa le scarse caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione e le sollecitazioni che gravano sul piano di fondazione, presentano fondazioni profonde su pali.

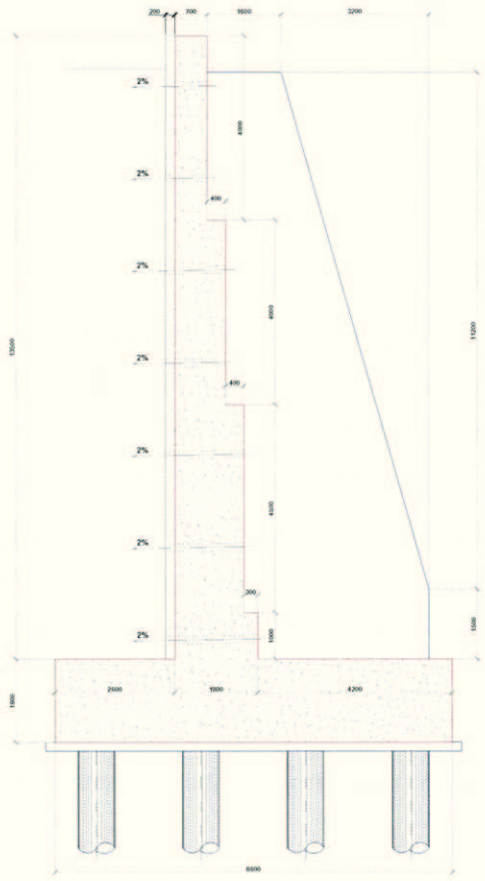


Fig. 11-2 Sezione tiplogica muri a contrafforti CO-OS-SX1 Tratto A e CO-OS-SX1 Tratto B

Le restanti opere di sostegno, di altezza contenuta entro i 7.50 m, sono invece realizzate con la tipologia a mensola (Fig.10-2)

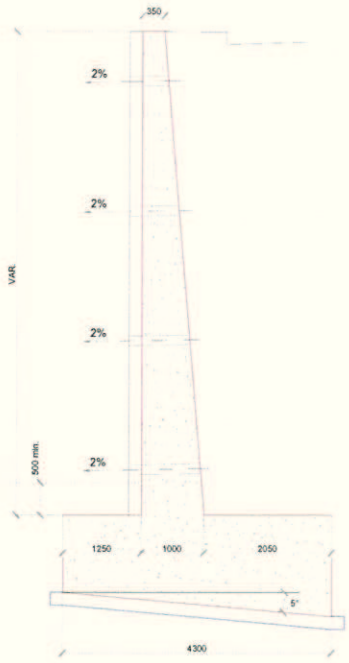


Fig. 11-3 Sezione tiplogica muri a contrafforti CO-OS-SX1 Tratto A e CO-OS-SX1 Tratto B

Il calcolo e le verifiche delle opere di sostegno è stato sviluppato in accordo alle prescrizioni contenute nel DM 14/01/2008.

Le opere presentano giunti di dilatazione sulla mensola in elevazione distanziati di 20 m ed un sistema di drenaggio costituito da barbacani di diametro 200 mm disposti ad equiconcio ad interasse di 2 m. A completare il sistema di drenaggio è il riempimento con materiale di pezzatura idonea realizzato a tergo dell'opera.

Al fine di minimizzare possibili effetti di scalzamento del piede dell'opera si prescrive che la quota di estradosso della fondazione sia ubicata ad un profondità di minimo 50 cm rispetto al piano campagna finito. Nei casi in cui a valle dell'opera di sostegno sia ubicata la piattaforma stradale (sezione di trincea), per non interferire con il pacchetto di pavimentazione a progetto si prevede un interramento dell'estradosso della fondazione di minimo 75 cm.

Le opere di sostegno sono rivestite con mattoni alternati a fasce orizzontali con calcestruzzo faccia a vista.

11.2. SVINCOLO MIRAMARE

La variazione del tracciato stradale rispetto a quello proposto dal progetto definitivo ha avuto come conseguenza la modifica delle due rampe di ingresso e uscita denominate "Rampa G" e "Rampa H" e della deviazione di Via Turati. Le modifiche apportate alla configurazione planoaltimetrica dello svincolo Miramare hanno richiesto infatti la realizzazione di due strutture di sovrappasso: l'attraversamento della "Rampa H" in sopravia all'asse principale e l'attraversamento di via Turati sulle "Rampe G e H". Il progetto definitivo prevedeva invece la realizzazione di un sottovia lungo la rampa H e di un viadotto per la ricollocazione dell'attuale via Turati, di forma e schema statico molto diverso rispetto alla soluzione adottata in sede di progetto esecutivo.

Per quanto riguarda l'attraversamento "Rampa H", l'impalcato è realizzato con travi precompresse prefabbricate, del tipo a cassoncino, di altezza 95cm con soletta gettata in opera di altezza 25cm, resa collaborante mediante idonee staffe predisposte in fase di prefabbricazione. Essa garantisce la ripartizione trasversale dei carichi insieme ai traversi di spalla. Lo schema statico è di trave in semplice appoggio di luce complessiva di 21m. Lo sviluppo segue un asse curvilineo con raggio massimo di curvatura 65m. La piattaforma stradale ha una larghezza di 7.50 m. con una larghezza carrabile di 5.50 m e due cordoli di larghezza pari a 1.00 m.

Per l'attraversamento "Via Turati", l'impalcato è realizzato anch'esso con travi precompresse prefabbricate, del tipo a cassoncino, di altezza 70cm con soletta gettata in opera di altezza 25cm, resa collaborante mediante idonee staffe predisposte in fase di prefabbricazione. Essa garantisce la ripartizione trasversale dei carichi insieme ai traversi di spalla. Lo schema statico è di trave in semplice appoggio di luce complessiva di 18m. Lo sviluppo segue un asse rettilineo. La piattaforma stradale ha una larghezza di 7.00 m. con una larghezza carrabile di 5.00 m e due cordoli di larghezza pari a 1.00 m.

Le fondazioni delle spalle di entrambi i sovrappassi sono di tipo superficiale.

Gli appoggi sono così individuati:

Rampa H:

- Spalla SP1: un appoggio unidirezionale longitudinale e due appoggi multidirezionali laterali;
- Spalla SP2: un appoggio fisso centrale e due appoggi unidirezionali traversali.

Via Turati:

- Spalla SP1: un appoggio unidirezionale longitudinale e due appoggi multidirezionali laterali;
- Spalla SP2: un appoggio fisso centrale e due appoggi unidirezionali traversali.

12. INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALI

12.1. *INSERIMENTO PAESAGGISITICO*

Al fine di minimizzare l'impatto dell'infrastruttura sull'ambiente circostante, impatto già di per se molto limitato grazie ad un tracciato che si sviluppa per larga parte in galleria, sono stati studiati interventi di inserimento paesaggistico-ambientali, volti a favorire l'integrazione con il contesto esistente, ed interventi mirati invece alla riduzione delle emissioni sonore da parte della nuova arteria viaria e quindi il disturbo indotto sulla popolazione residente nelle aree limitrofe al tracciato.

Per quanto riguarda gli inserimenti paesaggistico-ambientali si è innanzitutto proceduto ad un rilievo della vegetazione esistente. Questo rilievo ha evidenziato la prevalenza di una vegetazione spontanea come il bosco misto, la macchia e la pineta: conifere termofile con prevalenza di pino marittimo ed in minor misura di pino d'Aleppo e pino domestico; formazioni di angiosperme termofile con prevalenza di leccio sulla fascia prospiciente il mare e miste (roverella, leccio, orniello, carpino) più verso l'interno; formazioni miste di conifere ed angiosperme termofile, arbusteti tipici della macchia mediterranea, lembi di castagneto; ampie zone terrazzate ad oliveto; vegetazione riparliale costituita da erbacee di greto fluviale e verso la parte alta del torrente Sansobbia qualche sporadico pioppo e salice; vegetazioni infestanti quali canne, ailanti, edere presenti soprattutto lungo il greto dei torrenti e nelle aree ortive in stato di abbandono.

Sulla base dello stato attuale del quadro vegetazionale e di una peculiare connotazione morfologica, biologica, espositiva ed evocativa di ogni specifico ambito si è redatto il progetto delle opere a verde che, nonostante l'esiguo spazio a disposizione, trova una sua identità specifica. In particolare le opere a verde si suddividono in:

- - opere di manutenzione, mirate alla conservazione della ricca e scenografica vegetazione esistente;
- - integrazione del verde esistente, attraverso la messa a dimora di specie autoctone;
- - opere di mitigazione ambientale, attraverso la messa a dimora specie arboree e/o arbustive, in grado di minimizzare l'impatto ambientale e visivo delle strutture ingegneristiche.

12.1.1 Svincolo Letimbro

Per quanto riguarda la zona dello svincolo Letimbro il progetto di landscape prevede la messa a dimora all'interno dei due svincoli di specie autoctone (o comunque acclimatate e di grande diffusione) utilizzando uno schema di impianto rigido, che richiama le coltivazioni locali sui terrazzamento. Questa scelta permette di continuare un "disegno" del territorio e nello stesso tempo di offrire una visione inaspettata dove "Calicotome spinosa (ginestra) e Tamarix gallica creano un tessuto naturale in continua fioritura. Le rotonde invece prevedono macchie fiorite di Rosmarinus officinalis prostratus, Cerastium tomentosum e Lavandula stoechaes, che risultano gradevoli per le fioriture colorate, ma al contempo non ostacolano la visibilità nelle manovre.

12.1.2 Svincolo Miramare

Nella zona dello svincolo Miramare si prevedono degli interventi che prediligono forme "naturali-formi" quali la lavandula che, seguendo un sesto di impianto sinuoso, si adegua al tracciato viario e determina un parterre di profumi e colori, riducendo di molto l'impatto delle nuove rampe di immissione. Tutte i muri di contenimento dell'infrastruttura sono mitigati da Bignonia (Capsis x tagliabuana) in continuità con l'esistente sul lungomare Matteotti, via Santa Lucia e via Famagosta; i lati interni invece sono valorizzati tramite Bougainvillea, come scenografie che si stagliano sul mare all'uscita dello svincolo. Inoltre la presenza di Thymus vulgaris capace di innondare di profumo, soprattutto nel periodo primaverile ed estivo, valorizza gli spazi interstiziali. Infine singoli e/o piccoli gruppi di Pinus pinea permettono di creare delle quinte arboree di grande pregio naturalistico, in grado di mitigare l'impatto dello svincolo per chi arriva dal mare e per la vista dalla Stazione Marittima.

12.1.3 Svincolo Sansobbia

Per le aree racchiuse dallo svincolo Sansobbia si è deciso di adottare isole di Lavandula angustifolia che dipingono di colore l'intera area che si trasforma così in una sorta di parco delle officinali (sono previste infatti anche aree Thymus). Le due rotatorie sono state pensate come mix di vegetazione "massiva": nel caso specifico da Cakile marittima in grado di creare un vero e proprio volume di colore e profumo. La presenza nei dintorni di grandi esemplari di Leccio (Quercus ilex), ha influenzato la scelta di questi esemplari inseriti nel disegno del parterre tra la lavanda e le fasce di Cakile, in modo da creare una superficie d'ombra di notevole ristoro. Come negli altri interventi previsti, la presenza di Pinus pinea permette di definire viali pedonali lungo il fiume senza ostacolare le viste prospettiche del luogo e nello stesso tempo garantire un adeguato ombreggiamento delle dell'area.

12.1.4 Imbocchi

Nelle zona degli imbocchi infine sono previsti semplicemente delle opere di rinaturalizzazione, attraverso la messa a dimora di specie già presenti nello scenario di riferimento ed in grado di ricucire in breve tempo le superfici interessate per la costituzione della nuova infrastruttura. Ecco allora l'utilizzo di semplici arbusti, tappezzanti e rampicanti tipici della macchia mediterranea rilevati al momento della cantierizzazione nelle aree adiacenti all'intervento in oggetto, così da ricomporre e ricostituire l'unitarietà del paesaggio esistente .

12.2. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato sviluppato coerentemente con:

- Estratto S.I.A.;
- con quanto richiesto dalle Specifiche Tecniche della Progettazione esecutiva;
- Elaborati di progetto definitivo S.I.A.;
- "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle Opere di cui alla Legge Obiettivo Legge No. 443 del 21 Dicembre 2001" (MATTM, 2003);
- "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle Infrastrutture Strategiche ed Insediamenti Produttivi di cui al D.Lgs No. 163 del 12 Aprile 2006", Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, MATTM, Rev. 2 del 23 Luglio 2007 (MATTM, 2007);

che introducono elementi aggiuntivi di monitoraggio rispetto a quanto previsto a base di gara.

Si rimanda al quadro sinottico e di confronto in appendice al PMA che individua i controlli progettati ed il relativo documento di riferimento.

La scrivente evidenzia che tutti i controlli sono necessari, sia quelli a base di gara che quelli integrativi, questi ultimi da valutare e compensarsi a parte.

Per quei controlli aggiuntivi, necessari, rispetto a quanto previsto a base di gara, è necessario che vengano eseguiti, e compensati separatamente con le somme a disposizione dell'Amministrazione.

Pertanto è opportuno che quanto sopra sia tenuto in conto nel quadro economico del Committente, affinché i controlli indicati possano essere svolti dalla scrivente o da altra struttura dedicata.

12.3. INQUINAMENTO ACUSTICO

In parallelo alle attività di progettazione è stato condotto un rilievo acustico volto alla valutazione del clima acustico ante-operam, partendo dal quale, e attraverso il modello previsionale SOUNDPLAN, è stato possibile definire il clima acustico post-operam. Una volta definito il clima acustico post-operam, valutato sulla base delle stime di traffico contenute negli studi trasportistici redatti a livello di progettazione preliminare e definitiva, è stato possibile confrontarlo con i valori limiti imposti dalla normativa e di conseguenza dimensionare gli interventi di mitigazione, sia di tipo attivo che passivo.

Le normative adottate nello studio acustico condotto sono riportate nel seguito:

- D.P.C.M. 1/3/91 (G.U. n. 57 del 8/3/91) - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- Legge 447 del 26/10/95 (G.U. n. 254 del 30/10/95) - Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14/11/97 (G.U. n. 280 del 1/12/97) - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.M. Ambiente 16/03/98 (G.U. n. 76 del 1/4/98) - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Ministero dell'Ambiente Decreto 29 novembre 2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle societa' e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore;
- D.P.R. 30/03/04, n°142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

In base all'esito della modellazione revisionale del clima acustico post-operam confrontato con i valori imposti da normativa sono stati definiti diversi tipi di intervento:

- direttamente sulla sorgente rumorosa (asfalti fonoassorbenti e giunti silenziati sui viadotti);
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore (barriere in acciaio e PMMA e in calcestruzzo e argilla espansa, rivestimenti fonoassorbenti per i tratti di imbocco delle gallerie);
- direttamente sul ricettore (sostituzione degli infissi).

Nella tabella seguente è riportato un riepilogo degli interventi previsti.

INTERVENTO	Tipo	ALTEZZA[m]	LUNGHEZZA[m]	PROGR.INIZIALE	PROGR. FINALE
E_BAR-03	metallo+PMMA	2	210	0+029	0+239
W_BAR-02	metallo+PMMA	2	171	0+029	0+200
W_BAR-01	cls+argilla	4	153	0+355	0+490

W_BAR-05	metallo+PMMA	2	102	4+500	4+602
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Cappuccini" 1	metallo	3,6	30	ca. 0+505	ca. 0+535
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Cappuccini" 2	metallo	3,6	30	ca. 1+600	ca. 1+630
Rivestimento fonoassorbente Galleria "S.Paolo" 1	metallo	3,6	30	ca. 1+744	ca. 1+774
Rivestimento fonoassorbente Galleria "S.Paolo" 2	metallo	3,6	30	ca. 3+765	ca. 3+795
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Basci" 1	metallo	3,6	30	ca. 3+847	ca. 3+877
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Basci" 2	metallo	3,6	30	ca. 4+348	ca. 4+378
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Grana"	metallo	3,6	30	ca. 4+614	ca. 4+644
Rivestimento fonoassorbente Galleria "Grana"	metallo	3,6	30	ca. 4+772	ca. 4+802

Pertanto, ad oggi non sono stati valutati, sia progettualmente che economicamente, gli interventi necessari per riportare i valori riscontrati entro i limiti di norma.

A valle delle indicazioni da parte del Committente ANAS, e soprattutto a valle di misurazioni ad hoc da effettuarsi durante il periodo post operam, potranno essere definiti gli interventi eventualmente da porre in atto, che dovranno essere compensati con una voce oggi da considerare nelle somme a disposizione da parte dell'Amministrazione.

Sarà conseguentemente da aggiornare anche il quadro economico sulla base delle risultanze di cui sopra.

13. INTERFERENZE ED ESPROPRI

13.1. INTERFERENZE

Come accennato precedentemente, una delle prima attività sviluppate fin dalle fasi iniziali della progettazione è stata quella del censimento delle interferenze e della definizione degli interventi necessari alla risoluzione di tali criticità. Nella maggior parte dei casi i contatti con i diversi Enti e soggetti interessati dalla interferenze erano già stati attivati da Anas a livello di progetto definitivo, ed era già stato fatto un preliminare censimento dei sottoservizi insistenti sulle aree interessate dal tracciato. In alcuni limitati casi specifici erano anche già stati concordati e attuati gli interventi di ricollocazione.

Partendo da queste basi è stata condotta una capillare azione di incontri, riunioni e sopralluoghi con i vari Enti e Amministrazioni locali. Scopo di tali incontri è stato innanzitutto l'illustrare le varianti apportate al progetto in fase di gara, nonché il censimento completo di tutti i sottoservizi e le utenze presenti lungo il tracciato, censimento da effettuare tenendo conto delle esigenze di cantiere (aspetto non tenuto conto a livello di progetto definitivo) e definendo con cura la tipologia, le caratteristiche e la posizione delle condotte e dei cavidotti in relazione alle opere effettivamente progettate.

Le modifiche apportate al tracciato in fase di progettazione esecutiva hanno permesso di eliminare numerose interferenze e di renderne di più facile risoluzione molte altre. Nella zona di via Padova, in comune di Savona, gli interventi di ricollocazione sono stati notevolmente facilitati grazie all'eliminazione della pila che insisteva sull'attuale sedime stradale della via. Discorsi analoghi valgono per le zone di via Mignone, via Turati e via Scotto, aree in cui conseguentemente all'abbassamento della livelletta stradale si è potuto procedere con interventi di consolidamento meno invasivi, tali quindi da rendere più agevole il riposizionamento dei sottoservizi interferiti. Nella zona di via Turati nello specifico, l'avanzamento dell'imbocco della galleria ha fatto in modo che non fosse più necessaria lo sbancamento completo della via, mantenendo la strada per il posizionamento delle condotte fognarie, che risultano quelle di più difficile ricollocazione dato che sono caratterizzate da un moto a pelo libero. Nella zona del rio Termine grazie al nuovo profilo stradale sono stati risulti due interferenze molto critiche. Innanzitutto non è necessario provvedere alla ricollocazione della condotta fognaria presente in alveo, ma soprattutto è stato risolto il problema legato all'accesso ad un nucleo abitato di una decina di case. Il progetto definitivo prevedeva infatti che l'attuale strada di accesso fosse completamente intersecata dalla nuova arteria viaria senza che fosse stato definito alcun accesso alternativo, bloccando di fatto l'accesso carrabile a questa case. Tale criticità è stata risolta in fase di progettazione esecutiva dal momento che in quell'area è previsto l'attraversamento del rio Termine in galleria senza la necessità dell'installazione di cantieri.

Alla luce di questa considerazioni, al termine delle attività di censimento condotte sono state individuate 76 interferenze. Nella tabella seguente si riportano queste interferenze suddivise in base al Gestore del sottoservizio interessato:

Ente – Gestore – Amministrazione	Numero Interferenze
Comune di Albissola Marina	4
Albistok	1
Acquedotto	11
Comune di Albisola Superiore	3
Autostrade	2
Enel Distribuzione SpA	9
ESI SpA	4
Golf "La Filanda"	2
Ferrovie dello Stato	1
Funivie	1
Tpl Linea	1
Italgas	8
Liguria Gas	2
Comune di Savona	18
Telecom SpA	5
Wind Telecomunicazioni SpA	2
Condomini via Scotto e via Mignone (SV)	2

Nella tabella seguente invece le interferenze riscontrate sono state suddivise in base alla loro distribuzione lungo il tracciato.

Area di intervento	Numero interferenze
Svincolo Letimbro	6
Viadotto La Rusca	13
Imbocco Ovest Galleria Cappuccini – via Schiantapetto	8
Interventi via Mignone	7
Svincolo Miramare – via Turati	10
Interventi via Scotto	8
Interventi Rio Basci	3
Viadotto Grana	5
Imbocco Ovest Galleria Grana	1
Imbocco Est Galleria Grana	5
Allargamento Ponte Pertini – Viadotto Sansobbia	3
Svincolo Sansobbia – Rampa Y	3
Svincolo Sansobbia – Rotatoria Sponda Sinistra	4

Le soluzioni ad oggi rappresentate sono sostanzialmente, a meno di successivi adeguamenti, le stesse presentate ad Ottobre 2010, le quali sono state all'epoca concordate con gli Enti gestori e sviluppate con riferimento alla proposta di variante che prevede l'abbassamento della livelletta.

Le stesse modificano le soluzioni di cui all'invio di Febbraio 2011, successivamente alla mancata approvazione del progetto presentato ad Ottobre 2010, le quali (rif. Febbraio 2011) erano state riviste, nuovamente riconvenute con gli Enti interessati, e ripresentate riportandole allo sviluppo del tracciato altimetrico di PDA (progetto definitivo affidato).

Gli Enti hanno, però, in quella sede confermato di rimanere comunque in attesa della definizione della soluzione progettuale da attuare da parte del Committente Anas, per riattivare le procedure interne finalizzate alla risoluzione delle interferenze.

Quindi a valle dell'approvazione del progetto esecutivo sarà necessario ricontattare nuovamente tutti gli Enti per comunicare l'esito dell'iter approvativo al fine di consentire loro la ripresa di tutti i procedimenti e attivare i lavori necessari a risolvere le interferenze.

Pertanto, le date programmate (termine ultimo di risoluzione) inserite nel documento "Progetto dell'intervento di risoluzione delle interferenze" costituiscono un aggiornamento delle stesse già comunicate ad Ottobre 2010 (è stata riprogrammata la data di consegna dei lavori) e sono le date ultime che, tutt'al più, dovranno essere rispettate dagli Enti per non arrecare eventuali ritardi e/o conseguenti riprogrammazioni alle lavorazioni di cantiere; infatti, in caso di mancato rispetto sarà necessario valutare gli effetti sulle stesse tempistiche di esecuzione dei lavori.

13.2. ESPROPRI

A seguito delle modifiche apportate al tracciato in fase di progettazione esecutiva è stato necessario rivedere in numerosi punti gli espropri definiti sulla base del progetto definitivo. In linea generale si può comunque dire che gli espropri previsti in fase definitiva non tenevano conto delle necessità di cantiere. Le aree definite sia in esproprio definitivo che temporaneo, occupazione temporanea, non erano infatti di dimensioni tali da ospitare un cantiere di dimensioni comparabili a quello in questione.

Nello specifico nel comune di Savona è stato necessario incrementare leggermente le aree in esproprio temporaneo in località Letimbro e La Rusca al fine di consentire la realizzazione delle opere propedeutiche per il varo dell'omonimo viadotto e in via Mignone e via Scotto per l'istallazione della logistica di supporto agli interventi di consolidamento previsti.

Nel comune di Albissola Marina è stato necessario incrementare leggermente le aree in esproprio temporaneo in moda da poter ricavare gli spazi necessari allo svolgimento dell'attività di cantiere, sia in corrispondenza dell'imbocco est della galleria Basci, località Grana, per la realizzazione rispettivamente del viadotto Grana e degli interventi di consolidamento previsti per il passaggio della TBM. In località Basci si è reso necessario l'incremento delle aree di esproprio sia definitivo che temporaneo, in quanto per poter consentire il transito ai residenti durante la costruzione degli imbocchi e la sistemazione idraulica del rio si è resa necessaria la realizzazione preliminare di una nuova strada d'accesso.

Nel comune di Albisola Superiore si è reso necessario incrementare le aree ad occupazione temporanea sia in località Sansobbia che in località Grana, in modo da poter ricavare gli spazi necessari per l'attività di cantiere durante l'esecuzione rispettivamente dello svincolo e per l'allargamento del ponte Pertini, sia in sponda destra che sinistra, e del viadotto Grana.

Accanto alla richiesta di nuove aree è stato al contempo possibile eliminare completamente gli espropri previsti nella zona del rio Termine e di villa Fresia. In queste zona infatti, grazie all'abbassamento della livelletta, non vi è più bisogno di prevedere interventi di consolidamento e riprofilature del terreno, evitando quindi l'installazione di cantieri e conseguentemente la necessità di occupazioni temporanee o servitù.

14. IMPIANTI TECNOLOGICI

14.1. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'alimentazione elettrica degli impianti a servizio della tratta è affidata ad unica fornitura in media tensione localizzata presso la cabina Cappuccini.

Da tale cabina sarà poi derivata una dorsale di alimentazione unica in MT, che alimenterà in entra-esci le cabine di distribuzione di seguito sintetizzate:

Galleria	Cabine asservite alla galleria
Cappuccini	Cabina Cappuccini (fornice lato Est) Cabina San Paolo Sud (fornice lato Ovest)
San Paolo	Cabina San Paolo Sud (fornice lato Sud) Cabina San Paolo Nord (fornice lato Nord)
Basci	Cabina San Paolo Nord (fornice lato Sud) Cabina Basci Nord (fornice lato Nord)
Grana	Cabina Grana (fornice lato Nord)

Tabella 1. Gallerie e relative cabine di alimentazione

Le gallerie "Cappuccini", "S.Paolo" e "Basci" saranno servite da due cabine elettriche di nuova costruzione ubicate all'ingresso ed all'uscita del fornice,ciascuna comprendente le suddette alimentazioni.

Gli impianti di galleria sono suddivisi a metà tra due cabine elettriche adiacenti in modo che ciascuna alimenti gli impianti che le sono più vicini, ad eccezione dell'impianto di ventilazione della galleria "Basci", per il quale è stato ritenuto più opportuna un'unica alimentazione proveniente dalla cabina "S.Paolo Nord".

La galleria "Grana" sarà interamente servita da una cabina elettrica di nuova costruzione, ubicate all'uscita del fornice in direzione Albisola, ciascuna comprendente le suddette alimentazioni.

In considerazione degli elevati sviluppi lineari di alcune tratte di alimentazione dei ventilatori ad impulso in volta, e delle loro elevate correnti di inserzione, è stato deciso di adottare tensioni nominali pari a 690V per il sistema di ventilazione e tensione nominale pari a 400V per i rimanenti sistemi.

14.2. ITINERE

14.2.1 Pannelli a messaggio variabile

In posizione prossima agli estremi della tratta, e comunque prima dell'accesso al sistema di gallerie di cui sopra, saranno posizionati pannelli a messaggio variabile del tipo a bandiera.

I pannelli PMV saranno equipaggiati con i seguenti elementi accessori di postazione: lampade di segnalazione a LED a luce gialla e telecamera di video-sorveglianza in costruzione brandeggiable.

Sul ciglio della carreggiata sarà costruito il plinto di fondazione in calcestruzzo armato per l'installazione della postazione a sbalzo, sul quale sarà ubicato lo shelter/armadio tecnologico per l'alloggiamento degli apparati di gestione elettrica e dati del PMV.

L'alimentazione elettrica sarà derivata dalla cabina elettrica più prossima.

14.2.2 Illuminazione svincolo Letimbro

L'illuminazione dell svincolo Letimbro sarà realizzata mediante impiego di:

- N. 2 torri portafari, di altezza 25m f.t. equipaggiata ciascuna con N. 5 proiettori da 1kW
- N. 1 torre portafari, di altezza 30m f.t. equipaggiata con N. 8 proiettori da 1kW
- N.5 pali a sezione tubolare in acciaio, altezza fuori terra pari a 10m, predisposti per attacco testa-palo, installati ai bordi delle due rotatorie previste ad integrazione dell'illuminazione ottenuta tramite le torrifaro.

14.2.3 Illuminazione svincolo Sansobbia

L'impianto di illuminazione di svincolo sarà complessivamente costituito da:

- N.4 pali a sezione tubolare in acciaio, altezza fuori terra pari a 10m, predisposti per attacco testa-palo, asserviti all'illuminazione della rotatoria Sansobbia Sud;
- N.5 pali a sezione tubolare in acciaio, altezza fuori terra pari a 10m, predisposti per attacco testa-palo, asserviti all'illuminazione della rotatoria Sansobbia Nord;
- N.1 palo a sezione tubolare in acciaio, altezza fuori terra pari a 10m, predisposto per attacco triplo testa-palo, asservito all'illuminazione dell'incrocio a T;

14.2.4 *Vasche di accumulo acque di prima pioggia*

Lungo il tracciato di progetto, sono previste quattro vasche per il trattamento delle acque di prima pioggia, ubicate nelle seguenti zone:

- Svincolo Letimbro
- Svincolo Miramare
- Svincolo Sansobbia Ovest
- Svincolo Sansobbia Est.

Per l'ubicazione planimetrica degli impianti vedi tav. PE04-ID-000-030-PL.01-13_0-Sistem1-13.

Gli impianti di trattamento sono costituiti da sistemi di vasche modulari, realizzati in manufatti monoblocco in c.a., di forma parallelepipeda, con copertura carrabile.

Questo sistema permette il permanere del trattamento in continuo, senza l'utilizzo di pompaggi, assicurando la separazione dall'acqua, non solo di solidi e oli in sospensione, ma anche in emulsione, restituendo al ricettore uno scarico controllato normato secondo il D.L.152 del 3 aprile 2006.

La decantazione del materiale fine avviene nella misura di 100 l per ogni l/s di portata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 858.

Le acque di dilavamento, provenienti dalle superfici scolanti, vengono inviate al trattamento di dissabbiatura e separazione dei liquidi a basso peso specifico (olio combustibile, benzina, gasolio, ecc.).

L'impianto prevede due bacini distinti: quello di dissabbiatura e quello di separazione oli, attrezzato con filtro a coalescenza munito di dispositivo di scarico con otturatore a galleggiante, avente la funzione di chiudere il sistema ed impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di raccolta è completamente riempita.

Le acque di prima pioggia iniziano il trattamento nella sezione di dissabbiatura per un tempo ottimale per consentire la separazione delle sostanze sedimentabili.

Le acque così pre-trattate, vengono avviate verso la sezione di separazione oli, ove subiscono un processo di flottazione delle sostanze leggere (oli) in sospensione.

L'aggregazione delle particelle in emulsione si completa nella parte terminale del manufatto, ove sono presenti filtri a coalescenza a riempimento poliuoretanico.

Le micro-particelle di olio aderiscono al filtro, che esercita un effetto di assorbimento e, dopo essersi aggregate fra loro, aumentano la loro dimensione (processo di coalescenza); le aggregazioni di particelle, ora di dimensioni superiori, subiscono l'effetto di flottazione in superficie.

In caso di eccessivo carico di oli, di cattivo funzionamento dei filtri o di sversamento accidentale pervenuto in vasca, un sistema automatico di otturazione a galleggiante attua la chiusura dell'uscita dell'impianto, in maniera da evitare lo sversamento dell'inquinante nel ricettore.

Il sistema è fornito di adeguati pozzetti per la pulizia e la manutenzione e di un pozzetto separato di raccolta dei liquidi leggeri, provenienti dalla vasca di trattamento.

14.2.5 *Stazioni di sollevamento*

Il tracciato prevede la realizzazione di due stazioni di sollevamento:

- stazione di sollevamento San Paolo, ubicata all'interno della galleria S.Paolo, alla progressiva km 2+140, in prossimità del punto di quota stradale di progetto minima;
- stazione di sollevamento Miramare, ubicata in corrispondenza dello svincolo Miramare, alla progressiva km 1+725, nelle vicinanze dell'attraversamento della rampa H.

La stazione di sollevamento San Paolo ha lo scopo di raccogliere gli sversamenti accidentali provenienti dall'omonima galleria che, a causa delle pendenze del tracciato, non possono essere smaltiti per gravità direttamente all'esterno.

La stazione di sollevamento San Paolo sarà interrata, posizionata in corrispondenza della piazzola di sosta e sarà accessibile da pozzetto dedicato; avrà una capacità minima di 40 m^3 e sarà dotata di due elettropompe sommerse, in configurazione antideflagrante in grado di intervenire anche contemporaneamente (2x50%) complete di relative valvole di non ritorno. Le pompe interverranno in sequenza: al raggiungimento del primo livello di allarme sarà avviata la prima pompa, se il livello continuerà ad aumentare fino a raggiungere una seconda soglia sarà avviata anche la seconda pompa. L'impianto sarà in grado di rilanciare all'esterno della galleria una portata massima di 20 l/s, la prevalenza delle elettropompe sarà pari a 32 m.c.a., in modo da scaricare nel pozzetto di disconnessione SM-16, posto in prossimità dello svincolo Miramare.

La stazione di sollevamento è completata da una terza pompa sommersa con portata pari a 2 l/s e prevalenza pari a 3 m.c.a. posizionata in un pozzetto adiacente che ha lo scopo di drenare le acque provenienti dalle infiltrazioni della galleria (opportunamente raccolte e convogliate verso lo stesso pozzetto) e gli eventuali liquami provenienti dai cunicoli impianti e di esodo e raccolti nei relativi punti di minimo.

Quest'ultima pompa sommergibile rilancia le acque nell'adiacente vasca da 40 m^3.

Il quadro elettrico di alimentazione e controllo della stazione di sollevamento San Paolo è installato in prossimità della sopra citata piazzola di sosta, a parete.

La stazione di sollevamento Miramare ha lo scopo di raccogliere gli sversamenti accidentali provenienti dalla galleria Cappuccini e le acque meteoriche del tratto a cielo aperto dello svincolo Miramare che, a causa delle pendenze del tracciato, non possono essere inviati per gravità direttamente alla "stazione di trattamento delle acque di prima pioggia Miramare".

La stazione di sollevamento Miramare sarà interrata, posizionata tra le centrali di ventilazione interrate "Cappuccini" e "San Paolo Ovest". La stazione sarà costituita da due vasche prefabbricate delle dimensioni 2,5x9,5x2,5 metri e 2,5x7,5x2,5 metri per un volume netto totale pari a 90 m^3 e la cui struttura sarà adatta all'installazione in aree soggette a traffico pesante.

La stazione di sollevamento sarà dotata di tre elettropompe sommerse (3x50%, una di riserva) ognuna della portata di 98 l/s e prevalenza pari a 11 m.c.a. in configurazione antideflagrante e di relative valvole di non ritorno. Le pompe interverranno in sequenza: al raggiungimento del primo livello di allarme sarà avviata la prima pompa, se il livello continuerà ad aumentare fino a raggiungere una seconda soglia sarà avviata anche la seconda pompa.

L'accessibilità ad entrambe le vasche sarà garantita da adeguati pozzetti posizionati all'altezza del marciapiede lato mare.

L'impianto sarà in grado di rilanciare una portata massima di 196 l/s e la prevalenza delle elettropompe sarà pari a 11 m.c.a., in modo da scaricare nel pozzetto di disconnessione SM-16 e quindi nella stazione di trattamento delle acque di prima pioggia Miramare.

Il quadro elettrico di alimentazione e controllo della stazione di sollevamento Miramare è installato in prossimità della piazzola creata in corrispondenza delle vasche accanto alla sede stradale.

I sezionatori delle pompe a bordo quadro saranno dotati di lucchetti di sicurezza in modo da impedirne l'azionamento durante le operazioni di manutenzione alle pompe stesse.

L'alimentazione delle stazioni di sollevamento avverrà tramite linee dedicate provenienti dalla cabina elettrica "S.Paolo Sud", mendiante linea in cavo posata ad incasso dietro profilo redirettivo o interrata.

Per l'aggottamento dei cunicoli impianti e di esodo e delle centrali di ventilazione interrate saranno realizzati adeguati pozzetti nei punti di quota minima al fine di poter intervenire con idrovore o pompe sommergibili portatili al fine di eliminare gli eventuali fluidi sversati accidentalmente in tali locali.

14.3. GALLERIA CAPPUCCINI

14.3.1 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio della galleria sarà destinato ad alimentare i seguenti sottosistemi:

- Impianto di illuminazione galleria;
- Impianti di ventilazione della galleria, del cunicolo di esodo e del cunicolo impianti;
- Impianto di indicatori disponibilità corsia, PMV e segnaletica di emergenza;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga e del cunicolo impianti;
- Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo;
- Impianto idrico antincendio;
- Impianto di rivelazione incendi mediante cavo termosensibile;
- Impianto di monitoraggio traffico mediante sensori in volta;
- Impianto di rivelazione fumi e supervisione TVCC;
- Impianto di automazione;
- Impianto di segnaletica luminosa;
- Impianto di comunicazioni e diffusione radio.

La galleria sarà dotata di cunicolo di esodo sottostante la banchina, al quale sarà possibile accedere direttamente dalle uscite di emergenza all'interno del fornice, e di un cunicolo impianti, che sarà impiegato per la posa della dorsale di alimentazione in MT (15kV), dei cavi di alimentazione dei ventilatori in volta e dei cavi di alimentazione dei quadri di galleria (QZF).

14.3.2 Impianto di ventilazione della galleria

L'impianto di ventilazione della galleria Cappuccini sarà del tipo longitudinale.

Saranno installati ventilatori di tipo jet-fan a flusso reversibile fissati in volta, disposti in coppia e distribuiti uniformemente lungo tutta la galleria, per un totale di 16 ventilatori (otto coppie). Ogni ventilatore sarà

completo di silenziatori cilindrici e di boccagli conici su aspirazione e mandata e sarà in grado di fornire una portata di 90'000 m^3/h con una spinta in aria ferma pari a 900 N.

I ventilatori potranno essere utilizzati sia in condizioni di normale esercizio della galleria sia in caso di incendio e pertanto saranno alimentati da linea sotto gruppo elettrogeno.

In condizioni di normale esercizio il sistema di automazione provvederà a stabilire, nel modo più conveniente, il numero ed il verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria e della concentrazione degli inquinanti al fine di contenere questi ultimi sotto i limiti ammissibili.

In condizioni di emergenza il sistema di automazione stabilirà numero e verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria al fine di:

- in una prima fase (evacuazione degli occupanti), contenere i fumi, favorirne la stratificazione e quindi agevolare l'evacuazione della galleria attraverso gli imbocchi e le uscite di sicurezza;
- in una seconda fase (spegnimento – intervento delle squadre di soccorso), provvedere all'eliminazione dei fumi da uno dei due imbocchi della galleria.

In qualsiasi condizione di funzionamento tutti i ventilatori avranno lo stesso senso di rotazione.

Tutte le apparecchiature che potenzialmente potrebbero essere investite dai fumi caldi saranno del tipo resistente a 400°C per almeno 2 ore.

14.3.3 Impianto di ventilazione cunicolo di esodo

In accordo alle Linee Guida ANAS, il cunicolo di esodo sarà tenuto in sovrapressione (tra 30 ed 80 Pa) rispetto agli ambienti confinanti al fine di garantire l'effetto bolla e quindi evitare l'ingresso dei fumi dalla galleria durante l'incendio. La sovrapressione sarà garantita da due ventilatori assiali monostadio silenziati in parallelo collocati all'interno di una centrale di ventilazione interrata situata nei pressi dell'imbocco est della galleria Cappuccini, adiacente all'estremità del cunicolo di esodo. Dalla centrale di ventilazione l'aria viene aspirata attraverso un cunicolo di collegamento con presa d'aria esterna collocata nell'adiacente aiuola, vicino all'uscita dal cunicolo di esodo. La canalizzazione di mandata si collega al cunicolo da pressurizzare tramite una griglia installata sulla parete di separazione tra la centrale di ventilazione ed il cunicolo stesso.

In condizione di normale esercizio sarà in funzione un unico ventilatore: la pressione all'interno del cunicolo sarà controllata tramite una serranda motorizzata di sfioro verso l'esterno collocata sulla mandata dei ventilatori ed azionata in modo da mantenere la sovrapressione nel cunicolo tra 30 ed 80 Pa.

A seguito dell'apertura di una porta (emergenza), il conseguente annullamento della sovrapressione interna comporterà l'automatica chiusura della serranda di sfioro e tutta la portata del ventilatore sarà dirottata verso il cunicolo di esodo al fine di riportare la pressione differenziale al di sopra del valore minimo

(30 Pa). Nel caso ciò non fosse sufficiente interverrà il secondo ventilatore che, in parallelo al primo fornirà ulteriore portata d'aria al cunicolo di esodo.

Durante la prima fase dell'emergenza (evacuazione degli occupanti) il sistema dovrà garantire una velocità sulle porte dei filtri a prova di fumo pari a 0,75 m/s mentre durante la seconda fase dell'emergenza (spegnimento – intervento delle squadre di soccorso, fase attivabile solo dalle squadre di soccorso) il sistema dovrà garantire una velocità sulle porte dei filtri a prova di fumo pari a 2 m/s.

Il sistema è dimensionato per garantire una portata totale pari a 38'600 m^3/h. La prevalenza dei ventilatori sarà pari a circa 42 mm di colonna d'acqua.

L'impianto sarà controllato da postazione remota e da questa sarà possibile comandare i ventilatori e verificarne stati ed allarmi.

14.3.4 *Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo*

Nella galleria Cappuccini sono presenti tre filtri a prova di fumo. La pressurizzazione di ogni filtro a prova di fumo sarà realizzata con un ventilatore di sovrapressione installato direttamente nel locale che aspirerà l'aria dal cunicolo di esodo in conformità al D.M. 30/11/83.

In condizioni di normale esercizio i ventilatori saranno tenuti spenti mentre in caso di allarme proveniente dal sistema di supervisione e controllo (dovuto ad un allarme in galleria oppure provocato dall'apertura di una porta tagliafuoco) il ventilatore entrerà in funzione in modo da realizzare nel filtro a prova di fumo una sovrapressione pari a 30 Pa rispetto alla galleria e quindi evitare l'ingresso dei fumi durante l'evacuazione delle persone.

I ventilatori di sovrapressione saranno alimentati da linea normale ed inoltre, in conformità alla norma UNI EN 12101-6, saranno dotati di batterie di back-up con autonomia pari a due ore.

14.3.5 *Impianto di ventilazione del cunicolo impianti*

La ventilazione dei cunicoli impianti sarà realizzata al fine di preservare un minimo di salubrità degli ambienti e favorire una buona conservazione degli stessi.

In questo caso la ventilazione sarà affidata ad un ventilatore dedicato del tipo centrifugo a semplice aspirazione, installato all'interno della centrale di ventilazione sopra citata, collegata a tutto il cunicolo impianti tramite velette in cartongesso (REI120), collocate in corrispondenza dei passaggi di attraversamento del cunicolo di esodo.

L'impianto è dimensionato in modo da garantire all'incirca un ricambio orario di aria attraverso i trafilamenti delle porte (realizzate in corrispondenza di ogni attraversamento del cunicolo di esodo) ed attraverso la

griglia di espulsione posizionata all'estremità ovest del cunicolo impianti e collegata direttamente all'esterno con un canale REI120 che attraversa il cunicolo di esodo.

La gestione di tale impianto sarà di tipo manuale con rinvio a postazione remota dello stato di funzionamento.

14.3.6 *Impianto idrico antincendio*

L'impianto antincendio a servizio della galleria Cappuccini sarà del tipo ad idranti.

La centrale e la vasca di accumulo di capacità 144 m^3 netti (in grado di garantire una erogazione continua di 1200 l/min. per 2 ore) saranno prefabbricate e posizionate fuoriterra nel piazzale distante circa 180 metri dall'imbocco ovest della galleria.

Il gruppo di pompaggio sarà conforme alle UNI 12845, in configurazione sottobattente e costituito da due elettropompe principali di portata pari a 20 l/s e prevalenza pari a 0,6 MPa cadauna, di cui una alimentata da linea privilegiata facente capo ad un gruppo elettrogeno, ed una pompa pilota. Il locale della centrale antincendio sarà realizzato in accordo alle UNI 11292 e sarà collegato alla rete idranti attraverso tubazione interrata.

La rete idranti sarà del tipo ad anello, realizzata in conformità alle UNI 10779 e sarà installata in modalità interrata dietro il profilo re direttivo, con tubi in PEAD PN16 DE125.

Lungo la galleria saranno derivati gli stacchi DN50 per gli idranti UNI45 mentre per ogni imbocco saranno installati un idrante UNI70 ed un attacco motopompa.

Gli idranti in galleria saranno installati in apposito armadietto SOS, nel quale saranno anche sistemati due estintori: uno a polvere ed uno con schiumogeno.

14.3.7 *Impianto di illuminazione*

La galleria sarà provvista di impianti di illuminazione permanente e di rinforzo: gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti permanenti saranno equipaggiati con sorgenti luminose a LED e sistema di regolazione a bordo del corpo stesso, con controllo remoto ad onde convogliate.

Gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti di rinforzo saranno equipaggiati con sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) la cui regolazione avverrà in cabina elettrica mediante regolatori di tipo statico.

Gli apparecchi illuminanti saranno posati su scatolato metallico in acciaio inox AISI304 con sistema rapido a ganci per fissaggio su canale portacavi.

Ogni corpo illuminante facente parte dei circuiti permanenti sarà derivato dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile, gruppi presa-spina di tipo CEE 2P+T 16A IP67 e cavetto multipolare sezione 3×1.5mm².

La regolazione del flusso luminoso avverrà in maniera continua, mediante azione dei regolatori di flusso, e discreta mediante apertura/chiusura dei contattori di linea, ed in condizioni operative normali sarà una regolazione in catena chiusa.

14.3.8 Impianti di segnaletica luminosa

La galleria sarà provvista di impianti di segnaletica luminosa secondo quanto di seguito riportato:

- Impianto di segnali luminosi di indicazione uscite di emergenza
- Impianto di segnalatori luminosi delle vie di esodo
- Impianto segnalatori di stazioni di emergenza
- Indicatori di disponibilità corsia sugli imbocchi ed all'interno, ogni 300m;
- Pannelli a messaggio varaibile alfanumerico sugli imbocchi;

I cartelli della segnaletica verticale luminosa di emergenza (uscite di emergenza, piazzole di sosta) saranno derivati dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile.

14.3.9 Impianti di automazione

La galleria sarà provvista di impianti di controllo, automazione locale per la gestione e supervisione dei seguenti sistemi:

- impianto di distribuzione elettrica;
- impianto di illuminazione;
- impianto di segnaletica luminosa;
- impianto di rivelazione incendio;
- impianto TVCC di controllo traffico e rilevazione incendi;
- impianto di ventilazione nella galleria;
- impianto idrico antincendio;

- impianto di accesso alle vie di fuga;
- impianto comunicazione di stazioni di emergenza (SOS);
- impianto di monitoraggio traffico.

Tutti i sottosistemi saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota.

14.3.10 *Impianto di comunicazione e diffusione radio*

La galleria sarà dotata dei seguenti sottosistemi di comunicazione:

- Sottosistema di comunicazione con gli utenti mediante telefoni a mani libere nelle postazioni SOS;
- Sottosistema di ritrasmissione radio per gli operatori di soccorso;
- Sottosistema di ritrasmissione frequenze radio FM all'interno della galleria per la diffusione di messaggi all'utenza;

I sistemi di ritrasmissione radio garantiranno la continuità di 6 frequenze radiofoniche (isoradio), di cui 4 riservate ai mezzi di soccorso ed alle forze di pubblica sicurezza e 2 di riserva.

Il servizio di continuità delle frequenze radio all'interno della galleria avrà lo scopo di consentire sia la trasmissione di programmi radiofonici dedicati agli automobilisti utenti dell'autostrada, sia l'utilizzo di altre frequenze, impiegate dalle forze di polizia e dai sistemi di soccorso.

Il sistema di comunicazione sarà alimentato da sorgente di continuità, con autonomia non inferiore a 30min, e da gruppo elettrogeno.

14.3.11 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio*

La galleria sarà dotata dei seguenti sottosistemi di rilevazione e monitoraggio:

- Rilevazione automatica incendio, mediante cavo termosensibile di tipo digitale: ciascun fornice sarà dotato di proprio cavo e propria centralina di controllo;
- Rilevazione automatica incidenti e fumo, mediante impiego di telecamere di tipo digitale posizionate ad interdistanza regolare e pari a ca. 160m sulla carreggiata, con unità di elaborazione a bordo e collegate individualmente alle unità di acquisizione video e dati su rete modbus TCP/IP: **tale interdistanza, che si ritiene non consenta la copertura totale del fornice, è stata mantenuta pari a quella indicata a livello di progetto definitivo, assumendo che fosse stata in tale sede accettata una parziale copertura ottica;**
- Monitoraggio dei portali di ingresso, delle piazzole di sosta e delle vie di fuga, mediante telecamere di tipo digitale collegate direttamente alla rete di galleria. Le telecamere agli imbocchi saranno inoltre di tipo brandeggiabile;

- Monitoraggio e classificazione del traffico mediante sensori radar posizionati agli imbocchi ed alle uscite del fornice, uno su ciascuna corsia di marcia.

I sottosistemi saranno alimentati da sorgente di continuità con autonomia non inferiore a 30min e da gruppo elettrogeno.

14.3.12 Sistema di alimentazione di emergenza

La galleria sarà dotato di sistema di alimentazione di emergenza, ottenuto mediante impiego di gruppo elettrogeno caratterizzato da potenza tale da poter alimentare le seguenti utenze di ciascuna cabina elettrica:

- Sistema di illuminazione della galleria (circuiti permanenti ed illuminazione di sicurezza);
- Sistema di segnaletica luminosa all'utenza;
- Sistema di gestione del traffico;
- sistema di automazione;
- sistema di rivelazione incendi;
- sistema di estinzione incendi;
- sistema di comunicazione;
- quadri elettrici all'interno delle vie di fuga;
- impianto TVCC;
- tutte le unità ventilanti del proprio fornice ed i relativi ausiliari.

Il sistema di alimentazione di emergenza garantirà un'autonomia minima pari a 24h: a tale scopo è previsto l'impiego di un serbatoio di servizio di tipo fuori terra, di tipo omologato, posato entro locale dedicato in cabina elettrica e da questa separato mediante pareti REI120.

14.3.13 Sistema di alimentazione di continuità

Al fine di garantire la continuità di alimentazione durante il tempo di avviamento del gruppo elettrogeno per i servizi sotto riportati sarà prevista la loro alimentazione mediante una sorgente di energia temporanea costituita da gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di 30 minuti.

Tali gruppi statici di continuità consentiranno l'alimentazione di:

- Impianti di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- Il PLC per la gestione dell'impianto di illuminazione ed i relativi ausiliari;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga;

- Impianto di illuminazione locali tecnici;
- Stazioni di emergenza (SOS);
- Impianto di segnali luminosi di indicazione delle uscite di emergenza ed i relativi ausiliari;
- Segnaletica in galleria e nei tratti in prossimità degli imbocchi;
- Dispositivi di misura installati in galleria;
- Impianto di rivelazione incendio;
- Impianti di comunicazione;
- Impianto di automazione;
- Le sezione continuità dei quadri, QDLS, QDV, QEG-FM, QEG-IP, QDGE, QMT-FM ,QMT-IP;
- Impianto TVCC di controllo traffico e rivelazione incendi;
- I quadri elettrici all'interno delle vie di fuga;
- Ausiliari del locale tecnico vasca antincendio;
- Ausiliari del sistema di pressurizzazione dei cunicoli di esodo;
- Ausiliari del sistema di estrazione fumi;
- I pannelli a messaggio variabile in itinere.

14.4. GALLERIA "S.PAOLO"

14.4.1 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio della galleria sarà destinato ad alimentare i seguenti sottosistemi:

- Impianto di illuminazione galleria;
- Impianto di ventilazione galleria e cunicolo di esodo ed impianti;
- Impianto di indicatori disponibilità corsia, PMV e segnaletica di emergenza;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga e del cunicolo impianti;
- Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo;
- Impianto idrico antincendio
- Impianto di rivelazione incendi mediante cavo termosensibile;
- Impianto di monitoraggio traffico mediante sensori in volta;
- Impianto di rivelazione fumi e supervisione TVCC
- Impianto di automazione;
- Impianto di segnaletica luminosa;
- Impianto di comunicazioni e diffusione radio.

La galleria sarà dotata di cunicolo di esodo sottostante la banchina, al quale sarà possibile accedere direttamente dalle uscite di emergenza all'interno del fornice, e di un cunicolo impianti, che sarà impiegato per la posa della dorsale di alimentazione in MT (15kV), dei cavi di alimentazione dei ventilatori in volta e dei cavi di alimentazione dei quadri di galleria (QZF).

14.4.2 Impianto di ventilazione della galleria

L'impianto di ventilazione della galleria San Paolo sarà del tipo longitudinale.

Saranno installati ventilatori di tipo jet-fan a flusso reversibile fissati in volta, disposti in coppia e distribuiti uniformemente lungo tutta la galleria, per un totale di 16 ventilatori (otto coppie). Ogni ventilatore sarà completo di silenziatori cilindrici e di boccagli conici su aspirazione e mandata e sarà in grado di fornire una portata di 90'000 m^3/h con una spinta in aria ferma pari a 900 N.

I ventilatori potranno essere utilizzati sia in condizioni di normale esercizio della galleria sia in caso di incendio e pertanto saranno alimentati da linea sotto gruppo elettrogeno.

In condizioni di normale esercizio il sistema di automazione provvederà a stabilire, nel modo più conveniente, il numero ed il verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria e della concentrazione degli inquinanti al fine di contenere questi ultimi sotto i limiti ammissibili.

In condizioni di emergenza il sistema di automazione stabilirà numero e verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria al fine di:

- in una prima fase (evacuazione degli occupanti), contenere i fumi, favorirne la stratificazione e quindi agevolare l'evacuazione della galleria attraverso gli imbocchi e le uscite di sicurezza;
- in una seconda fase (spegnimento – intervento delle squadre di soccorso), provvedere all'eliminazione dei fumi da uno dei due imbocchi della galleria.

In qualsiasi condizione di funzionamento tutti i ventilatori avranno lo stesso senso di rotazione.

Tutte le apparecchiature che potenzialmente potrebbero essere investite dai fumi caldi saranno del tipo resistente a 400°C per almeno 2 ore.

14.4.3 *Impianto di ventilazione del cunicolo di esodo*

In accordo alle Linee Guida ANAS, il cunicolo di esodo sarà tenuto in sovrapressione (tra 30 ed 80 Pa) rispetto agli ambienti confinanti al fine di garantire l'effetto bolla e quindi evitare l'ingresso dei fumi dalla galleria durante l'incendio.

Data la lunghezza del cunicolo di esodo (circa 2050 metri), saranno realizzate due centrali di ventilazione, poste alle due estremità del cunicolo di esodo ed anch'esse interrate, una in prossimità dell'imbocco ovest (svincolo Miramare) e l'altra in prossimità dell'imbocco est (Rio Basci).

La centrale di ventilazione San Paolo Ovest ha un doppio accesso, uno dall'uscita di sicurezza del cunicolo di esodo adiacente ed una a quota di Via Turati (ad un dislivello di circa 8 metri rispetto alla quota stradale della nuova Aurelia). Quest'ultimo accesso è reso indispensabile per la movimentazione in caso di manutenzione straordinaria delle apparecchiature più pesanti presenti nella centrale di ventilazione. Il collegamento tra la centrale di ventilazione e Via Turati sarà realizzato con un pozzo attraverso il quale sarà realizzata anche la presa d'aria esterna e l'espulsione dell'aria in eccesso.

La centrale di ventilazione San Paolo Est avrà accesso dall'adiacente uscita di sicurezza del cunicolo di esodo. A quota stradale sarà però realizzata una botola da utilizzarsi per la movimentazione delle apparecchiature in caso di manutenzione straordinaria. Un adiacenza a tale botola saranno realizzate la presa d'aria esterna e l'espulsione dell'aria in eccesso.

Ad eccezione di quanto sopra indicato le due centrali sono simili, qui di seguito si descrivono pertanto le caratteristiche di una sola delle due centrali di ventilazione.

La sovrapressione sarà garantita da due ventilatori assiali monostadio silenziati in parallelo. La canalizzazione di mandata si collega al cunicolo da pressurizzare tramite una griglia installata sulla parete di separazione tra la centrale di ventilazione ed il cunicolo stesso.

In condizione di normale esercizio sarà in funzione un unico ventilatore, la pressione all'interno del cunicolo sarà controllata tramite una serranda motorizzata di sfioro verso l'esterno collocata sulla mandata dei ventilatori ed azionata in modo da mantenere la sovrapressione nel cunicolo tra 30 ed 80 Pa.

A seguito dell'apertura di una porta (emergenza), il conseguente annullamento della sovrapressione interna comporterà l'automatica chiusura della serranda di sfioro e tutta la portata del ventilatore sarà dirottata verso il cunicolo di esodo al fine di riportare la pressione differenziale al di sopra del valore minimo (30 Pa). Nel caso ciò non fosse sufficiente interverrà il secondo ventilatore che, in parallelo al primo fornirà ulteriore portata d'aria al cunicolo di esodo.

Durante la prima fase dell'emergenza (evacuazione degli occupanti) il sistema dovrà garantire una velocità sulle porte dei filtri a prova di fumo pari a 0,75 m/s mentre durante la seconda fase dell'emergenza (spegnimento – intervento delle squadre di soccorso, fase attivabile solo dalle squadre di soccorso) il sistema dovrà garantire una velocità sulle porte dei filtri a prova di fumo pari a 2 m/s.

Il sistema è dimensionato per garantire una portata totale pari a 38'960 m^3/h. La prevalenza dei ventilatori sarà pari a circa 40 mm di colonna d'acqua.

L'impianto sarà controllato da postazione remota e da questa sarà possibile comandare i ventilatori e verificarne stati ed allarmi.

14.4.4 Impianto di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo

Nella galleria San Paolo sono presenti sette filtri a prova di fumo. La pressurizzazione di ogni filtro a prova di fumo sarà realizzata con un ventilatore di sovrapressione installato direttamente nel locale che aspirerà l'aria dal cunicolo di esodo in conformità al D.M. 30/11/83.

In condizioni di normale esercizio i ventilatori saranno tenuti spenti mentre in caso di allarme proveniente dal sistema di supervisione e controllo (dovuto ad un allarme in galleria oppure provocato dall'apertura di una porta tagliafuoco) il ventilatore entrerà in funzione in modo da realizzare nel filtro a prova di fumo una sovrapressione pari a 30 Pa rispetto alla galleria e quindi evitare l'ingresso dei fumi durante l'evacuazione delle persone.

I ventilatori di sovrapressione saranno alimentati da linea normale ed inoltre, in conformità alle norme UNI EN 12101-6, saranno dotati di batterie di back-up con autonomia pari a due ore.

14.4.5 *Impianto di ventilazione del cunicolo impianti*

La ventilazione dei cunicoli impianti sarà realizzata al fine di preservare un minimo di salubrità degli ambienti e favorire una buona conservazione degli stessi.

Anche la ventilazione dei cunicoli il sistema farà capo a due centrali (le stesse sopra menzionate) del tutto simili tra loro.

La ventilazione sarà affidata ad un ventilatore dedicato del tipo centrifugo a semplice aspirazione, installato all'interno di ogni centrale di ventilazione sopra citata.

Tali centrali saranno collegate a tutto il cunicolo impianti tramite velette in cartongesso (REI120), collocate in corrispondenza dei passaggi di attraversamento del cunicolo di esodo.

L'impianti è dimensionato in modo da garantire all'incirca un ricambio orario di aria attraverso i trafilamenti delle porte realizzate in corrispondenza di ogni attraversamento del cunicolo di esodo.

La gestione di tale impianto sarà di tipo manuale con rinvio a postazione remota dello stato di funzionamento.

14.4.6 *Impianto idrico antincendio*

L'impianto antincendio a servizio della galleria San Paolo sarà del tipo ad idranti.

Vi è un'unica centrale alla quale fanno capo sia gli idranti della galleria San Paolo che quelli della galleria Basci. Tale centrale e la relativa vasca di accumulo di capacità 144 m^3 netti (in grado di garantire una erogazione continua di 1200 l/min. per 2 ore) saranno prefabbricate e posizionate fuoriterra nel piazzale adiacente all'imbocco est della galleria Basci.

Il gruppo di pompaggio sarà conforme alle UNI12845, in configurazione sottobattente e costituito da due elettropompe principali di portata pari a 20 l/s e prevalenza pari a 1 MPa,, di cui una alimentata da linea provilegiata facente capo ad un gruppo elettrogeno, ed una pompa pilota. Il locale della centrale antincendio sarà realizzato in accordo alle UNI11292 e sarà collegato alla rete idranti attraverso tubazione interrata.

La rete idranti sarà del tipo ad anello, realizzata in conformità alle UNI10779 e sarà installata in modalità interrata dietro il profilo re direttivo, con tubi in PEAD PN16 DE125.

Lungo la galleria saranno derivati gli stacchi DN50 per gli idranti UNI45 mentre all'imbocco ovest saranno installati un idrante UNI70 ed un attacco motopompa.

Gli idranti in galleria saranno installati in apposito armadietto SOS, nel quale saranno anche sistemati due estintori: uno a polvere ed uno con schiumogeno.

14.4.7 *Impianto di illuminazione*

La galleria sarà provvista di impianti di illuminazione permanente e di rinforzo: gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti permanenti saranno equipaggiati con sorgenti luminose a LED e sistema di regolazione a bordo del corpo stesso, con controllo remoto ad onde convogliate.

Gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti di rinforzo saranno equipaggiati con sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) la cui regolazione avverrà in cabina elettrica mediante regolatori di tipo statico.

Gli apparecchi illuminanti saranno posati su scatolato metallico in acciaio inox AISI304 con sistema rapido a ganci per fissaggio su canale portacavi.

Ogni corpo illuminante facente parte dei circuiti permanenti sarà derivato dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile, gruppi presa-spina di tipo CEE 2P+T 16A IP67 e cavetto multipolare sezione 3×1.5mm².

14.4.8 *Impianti di segnaletica luminosa*

La galleria sarà provvista di impianti di segnaletica luminosa secondo quanto di seguito riportato:

- Impianto di segnali luminosi di indicazione uscite di emergenza
- Impianto di segnalatori luminosi delle vie di esodo
- Impianto segnalatori di stazioni di emergenza
- Indicatori di disponibilità corsia sugli imbocchi ed all'interno, ogni 300m;
- Pannelli a messaggio varaibile alfanumerico sugli imbocchi;

I cartelli della segnaletica verticale luminosa di emergenza (uscite di emergenza, piazzole di sosta) saranno derivati dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile.

14.4.9 *Impianti di automazione*

La galleria sarà provvista di impianti di controllo, automazione locale per la gestione e supervisione dei seguenti sistemi:

- impianto di distribuzione elettrica;
- impianto di illuminazione;

- impianto di segnaletica luminosa;
- impianto di rivelazione incendio;
- impianto TVCC di controllo traffico e rilevazione incendi;
- impianto di ventilazione in galleria;
- impianto idrico antincendio;
- impianto di accesso alle vie di fuga;
- impianto comunicazione di stazioni di emergenza (SOS);
- impianto di monitoraggio traffico.

Tutti i sottosistemi saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota.

14.4.10 *Impianto di comunicazione e diffusione radio*

La galleria sarà dotata dei seguenti sottosistemi di comunicazione:

- Sottosistema di comunicazione con gli utenti mediante telefoni a mani libere nelle postazioni SOS;
- Sottosistema di ritrasmissione radio per gli operatori di soccorso;
- Sottosistema di ritrasmissione frequenze radio FM all'interno della galleria per la diffusione di messaggi all'utenza.

I sistemi di ritrasmissione radio garantiranno la continuità di 6 frequenze radiofoniche (isoradio), di cui 4 riservate ai mezzi di soccorso ed alle forze di pubblica sicurezza e 2 di riserva.

Il servizio di continuità delle frequenze radio all'interno della galleria avrà lo scopo di consentire sia la trasmissione di programmi radiofonici dedicati agli automobilisti utenti dell'autostrada, sia l'utilizzo di altre frequenze, impiegate dalle forze di polizia e dai sistemi di soccorso.

Il sistema di comunicazione sarà alimentato da sorgente di continuità, con autonomia non inferiore a 30min, e da gruppo elettrogeno.

14.4.11 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio*

La galleria sarà dotata dei seguenti sottosistemi di rilevazione e monitoraggio:

- Rilevazione automatica incendio, mediante cavo termosensibile in fibra ottica: ciascun fornice sarà dotato di proprio cavo e propria centralina di controllo;

- Rilevazione automatica incidenti e fumo, mediante impiego di telecamere di tipo digitale posizionate ad interdistanza regolare e pari a ca. 160m sulla carreggiata, con unità di elaborazione a bordo e collegate individualmente alle unità di acquisizione video e dati su rete modbus TCP/IP: **tale interdistanza, che si ritiene non consenta la copertura totale del fornice, è stata mantenuta pari a quella indicata a livello di progetto definitivo, assumendo che fosse stata in tale sede accettata una parziale copertura ottica;**
- Monitoraggio dei portali di ingresso, delle piazzole di sosta e delle vie di fuga, mediante telecamere di tipo digitale collegate direttamente alla rete di galleria. Le telecamere agli imbocchi saranno inoltre di tipo brandeggiabile;
- Monitoraggio e classificazione del traffico mediante sensori radar posizionati agli imbocchi ed alle uscite dei fornici, uno su ciascuna corsia di marcia.

I sottosistemi saranno alimentati da sorgente di continuità con autonomia non inferiore a 30min e da gruppo elettrogeno.

14.4.12 Sistema di alimentazione di emergenza

La galleria sarà dotato di sistema di alimentazione di emergenza, ottenuto mediante impiego di gruppo elettrogeno caratterizzato da potenza tale da poter alimentare le seguenti utenze di ciascuna cabina elettrica:

- Sistema di illuminazione della galleria (circuiti permanenti ed illuminazione di sicurezza);
- Sistema di segnaletica luminosa all'utenza;
- Sistema di gestione del traffico;
- sistema di automazione;
- sistema di rivelazione incendi;
- sistema di estinzione incendi;
- sistema di comunicazione;
- quadri elettrici all'interno delle vie di fuga;
- impianto TVCC;
- tutte le unità ventilanti del proprio fornice ed i relativi ausiliari.

Il sistema di alimentazione di emergenza garantirà un'autonomia minima pari a 24h: a tale scopo è previsto l'impiego di un serbatoio di servizio di tipo fuori terra, di tipo omologato, posato entro locale dedicato in cabina elettrica e da questa separato mediante pareti REI120.

14.4.13 Sistema di alimentazione di continuità

Al fine di garantire la continuità di alimentazione durante il tempo di avviamento del gruppo elettrogeno per i servizi sotto riportati sarà prevista la loro alimentazione mediante una sorgente di energia temporanea costituita da gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di 30 minuti.

Tali gruppi statici di continuità consentiranno l'alimentazione di:

- Impianti di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- Il PLC per la gestione dell'impianto di illuminazione ed i relativi ausiliari;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga;
- Impianto di illuminazione locali tecnici;
- Stazioni di emergenza (SOS);
- Impianto di segnali luminosi di indicazione delle uscite di emergenza ed i relativi ausiliari;
- Segnaletica in galleria e nei tratti in prossimità degli imbocchi;
- Dispositivi di misura installati in galleria;
- Impianto di rivelazione incendio;
- Impianti di comunicazione;
- Impianto di automazione;
- Le sezione continuità dei quadri, QDLS, QDV, QEG-FM, QEG-IP, QDGE, QMT-FM ,QMT-IP;
- Impianto TVCC di controllo traffico e rivelazione incendi;
- I quadri elettrici all'interno delle vie di fuga;
- Ausiliari del locale tecnico vasca antincendio;
- Ausiliari del sistema di pressurizzazione dei cunicoli di esodo;

14.5. GALLERIA "BASCI"

14.5.1 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio della galleria sarà destinato ad alimentare i seguenti sottosistemi:

- Impianto di illuminazione galleria;

- Impianto di ventilazione galleria;
- Impianto di indicatori disponibilità corsia, PMV e segnaletica di emergenza;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga;
- Impianto idrico antincendio
- Impianto di rivelazione incendi mediante cavo termosensibile;
- Impianto di monitoraggio traffico mediante sensori in volta;
- Impianto di automazione;
- Impianto di segnaletica luminosa;

14.5.2 Impianto di ventilazione della galleria

L'impianto di ventilazione della galleria Basci sarà del tipo longitudinale.

Saranno installati ventilatori di tipo jet-fan a flusso reversibile fissati in volta e disposti in coppia e distribuiti uniformemente lungo tutta la galleria, per un totale di 6 ventilatori (tre coppie). Ogni ventilatore sarà completo di silenziatori cilindrici e di boccagli conici su aspirazione e mandata e sarà in grado di fornire una portata di 90000 m^3/h con una spinta in aria ferma pari a 900 N.

I ventilatori potranno essere utilizzati sia in condizioni di normale esercizio della galleria sia in caso di incendio e pertanto saranno alimentati da linea sotto gruppo elettrogeno.

In condizioni di normale esercizio il sistema di automazione provvederà a stabilire, nel modo più conveniente, il numero ed il verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria e della concentrazione degli inquinanti al fine di contenere questi ultimi sotto i limiti ammissibili.

In condizioni di emergenza il sistema di automazione stabilirà numero e verso di rotazione dei ventilatori in funzione della velocità dell'aria misurata in galleria al fine di:

- in una prima fase (evacuazione degli occupanti), contenere i fumi, favorirne la stratificazione e quindi agevolare l'evacuazione della galleria attraverso gli imbocchi e le uscite di sicurezza;
- in una seconda fase (spegnimento – intervento delle squadre di soccorso), provvedere all'eliminazione dei fumi da uno dei due imbocchi della galleria.

In qualsiasi condizione di funzionamento tutti i ventilatori avranno lo stesso senso di rotazione.

Tutte le apparecchiature che potenzialmente potrebbero essere investite dai fumi caldi saranno del tipo resistente a 400°C per almeno 2 ore.

14.5.3 Impianto idrico antincendio

L'impianto antincendio a servizio della galleria Basci sarà del tipo ad idranti e farà capo alla stessa centrale che alimenta gli idranti della Galleria San Paolo già descritta precedentemente, pertanto si rimanda a quest'ultima per approfondimenti.

14.5.4 Impianto di illuminazione

La galleria sarà provvista di impianti di illuminazione permanente e di rinforzo: gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti permanenti saranno equipaggiati con sorgenti luminose a LED e sistema di regolazione a bordo del corpo stesso, con controllo remoto ad onde convogliate.

Gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti di rinforzo saranno equipaggiati con sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) la cui regolazione avverrà in cabina elettrica mediante regolatori di tipo statico.

Gli apparecchi illuminanti saranno posati su scatolato metallico in acciaio inox AISI304 con sistema rapido a ganci per fissaggio su canale portacavi.

Ogni corpo illuminante facente parte dei circuiti permanenti sarà derivato dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile, gruppi presa-spina di tipo CEE 2P+T 16A IP67 e cavetto multipolare sezione 3×1.5mm².

14.5.5 Impianti di segnaletica luminosa

La galleria sarà provvista di impianti di segnaletica luminosa secondo quanto di seguito riportato:

- Impianto di segnali luminosi di indicazione uscite di emergenza
- Impianto di segnalatori luminosi delle vie di esodo
- Impianto segnalatori di stazioni di emergenza
- Indicatori di disponibilità corsia sugli imbocchi ed all'interno, ogni 300m;
- Pannelli a messaggio varaibile alfanumerico sugli imbocchi;

I cartelli della segnaletica verticale luminosa di emergenza (uscite di emergenza, piazzole di sosta) saranno derivati dalla linea di alimentazione di pertinenza mediante cassetta di derivazione resistente al fuoco (90min a 850°C), senza interruzione del cavo passante e protezione della derivazione con fusibile.

14.5.6 *Impianti di automazione*

La galleria sarà provvista di impianti di controllo, automazione locale per la gestione e supervisione dei seguenti sistemi:

- impianto di distribuzione elettrica;
- impianto di illuminazione;
- impianto di segnaletica luminosa;
- impianto di rivelazione incendio;
- impianto di ventilazione in galleria;
- impianto idrico antincendio;
- impianto comunicazione di stazioni di emergenza (SOS);
- impianto di monitoraggio traffico.

Tutti i sottosistemi saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota.

14.5.7 *Sistemi di rilevazione e monitoraggio*

La galleria sarà dotata dei seguenti sottosistemi di rilevazione e monitoraggio:

- Rilevazione automatica incendio, mediante cavo termosensibile di tipo digitale: ciascun fornice sarà dotato di proprio cavo e propria centralina di controllo;
- Monitoraggio e classificazione del traffico mediante sensori radar posizionati agli imbocchi ed alle uscite dei fornici, uno su ciascuna corsia di marcia.

I sottosistemi saranno alimentati da sorgente di continuità con autonomia non inferiore a 30min e da gruppo elettrogeno.

14.5.8 Sistema di alimentazione di emergenza

La galleria sarà dotato di sistema di alimentazione di emergenza, ottenuto mediante impiego di gruppo elettrogeno caratterizzato da potenza tale da poter alimentare le seguenti utenze di ciascuna cabina elettrica:

- Sistema di illuminazione della galleria (circuiti permanenti ed illuminazione di sicurezza);
- Sistema di segnaletica luminosa all'utenza;
- Sistema di gestione del traffico;
- sistema di automazione;
- sistema di rivelazione incendi;
- sistema di estinzione incendi;
- sistema di comunicazione;
- tutte le unità ventilanti del proprio fornice ed i relativi ausiliari.

Il sistema di alimentazione di emergenza garantirà un'autonomia minima pari a 24h: a tale scopo è previsto l'impiego di un serbatoio di servizio di tipo fuori terra, di tipo omologato, posato entro locale dedicato in cabina elettrica e da questa separato mediante pareti REI120.

14.5.9 Sistema di alimentazione di continuità

Al fine di garantire la continuità di alimentazione durante il tempo di avviamento del gruppo elettrogeno per i servizi sotto riportati sarà prevista la loro alimentazione mediante una sorgente di energia temporanea costituita da gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di 30 minuti.

Tali gruppi statici di continuità consentiranno l'alimentazione di:

- Impianti di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- Il PLC per la gestione dell'impianto di illuminazione ed i relativi ausiliari;
- Impianto di illuminazione delle vie di fuga;
- Impianto di illuminazione locali tecnici;
- Stazioni di emergenza (SOS);
- Impianto di segnali luminosi di indicazione delle uscite di emergenza ed i relativi ausiliari;
- Segnaletica in galleria e nei tratti in prossimità degli imbocchi;
- Dispositivi di misura installati in galleria;
- Impianto di rivelazione incendio;
- Impianti di comunicazione;

- Impianto di automazione;
- Le sezione continuità dei quadri, QDLS, QEG-FM, QEG-IP, QDGE, QMT-FM ,QMT-IP;
- Ausiliari del locale tecnico vasca antincendio;

14.6. GALLERIA "GRANA"

14.6.1 Impianti elettrici

L'impianto elettrico a servizio della galleria sarà destinato ad alimentare i seguenti sottosistemi:

- Impianto di illuminazione galleria

Tutti gli impianti saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota.

Considerata la lunghezza limitata di galleria, si è ritenuto di non equipaggiare la stessa con altri impianti che non fossero quelli di illuminazione: tuttavia a beneficio di sicurezza lo stesso impianto sarà alimentato da sorgente di continuità(UPS) e di emergenza (gruppo elettrogeno).

14.6.2 Impianti di illuminazione

La galleria sarà provvista di impianti di illuminazione permanente e di rinforzo: gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti permanenti saranno equipaggiati con sorgenti luminose a LED e sistema di regolazione a bordo del corpo stesso, con controllo remoto ad onde convogliate.

Gli apparecchi illuminanti facenti parte dei circuiti di rinforzo saranno equipaggiati con sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) la cui regolazione avverrà in cabina elettrica mediante regolatori di tipo statico.

Gli apparecchi illuminanti saranno posati su scatolato metallico in acciaio inox AISI304 con sistema rapido a ganci per fissaggio su canale portacavi.

14.6.3 Impianti di automazione

La galleria sarà provvista di impianti di controllo, automazione locale per i seguenti sistemi:

- Rivelazione incendio (nel locale tecnico)
- Comando del sistema di illuminazione;
- Controllo del sistema di distribuzione elettrica;

- Supervisione e controllo della telecamere brandeggiabile a bordo del PMV in itinere installato in prossimità del locale tecnico

14.6.4 Sistema di alimentazione di emergenza

Seppure non strettamente necessario in virtù della limitata lunghezza di galleria, in coerenza con quanto definito nell'ambito della progettazione definitiva la galleria sarà dotata di sistema di alimentazione di emergenza, ottenuto mediante impiego di gruppo elettrogeno caratterizzato da potenza tale da poter alimentare le seguenti utenze di ciascuna cabina elettrica:

- Sistema di illuminazione della galleria (circuiti permanenti ed illuminazione di sicurezza);
- Sistema di segnaletica luminosa all'utenza;
- sistema di automazione;

Il sistema di alimentazione di emergenza garantirà un'autonomia minima pari a 24h: a tale scopo è previsto l'impiego di un serbatoio di servizio di tipo fuori terra, di tipo omologato, posato entro locale dedicato in cabina elettrica e da questa separato mediante pareti REI120.

14.6.5 Sistema di alimentazione di continuità

Seppure non strettamente necessario in virtù della limitata lunghezza di galleria, in coerenza con quanto definito nell'ambito della progettazione definitiva la galleria sarà dotata di sistema di alimentazione di continuità, al fine di garantire la continuità di alimentazione durante il tempo di avviamento del gruppo elettrogeno per i servizi sotto riportati sarà prevista la loro alimentazione mediante una sorgente di energia temporanea costituita da gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di 30 minuti.

Tale gruppo statico di continuità consentirà l'alimentazione di:

- Impianti di illuminazione permanente;
- Il PLC per la gestione dell'impianto di illuminazione ed i relativi ausiliari;
- I pannelli a messaggio variabile in itinere;

15. FASI COSTRUTTIVE E CRONOPROGRAMMA

Le aree di cantiere si svilupperanno lungo il tracciato, presso gli imbocchi delle gallerie e sulle aree di realizzazione degli svincoli e dei viadotti in una zona che comprende una stretta fascia della riviera occidentale ligure, che si estende da Savona ad Albissola.

I criteri adottati per lo studio della cantierizzazione hanno ricalcato i seguenti principi:

- minimizzazione degli impatti causati dai movimenti di materiali lungo la viabilità stradale esistente;
- analisi delle possibili modalità di trasporto dei materiali alternative a quelle su gomma;
- utilizzo di aree a pregio ambientale più basso ma sufficientemente vaste tale da consentire l'espletamento delle attività previste;
- restituzione al territorio degli ambiti compromessi ed inutilizzati, puntando sul riuso o sull'uso plurimo di sedimi già utilizzati da precedenti funzioni comunque collegate al trasporto ed alla mobilità;
- utilizzo, ove possibile, di siti già compromessi (cave, aree degradate, ecc.) a fini cantieristici con successiva riambientalizzazione;
- valorizzazione e riuso delle preesistenze insediative del territorio (raccogliendo indicazioni o proposte dagli Enti Locali) per il cantiere (in sostituzione dei campi base) e da consolidare come risorsa per il territorio stesso;
- applicazione conforme delle norme di sicurezza;
- prossimità a vie di comunicazione importanti ed accessibili;
- minimizzazione della necessità di nuove strade per raggiungere i luoghi di lavoro/deposito;
- possibilità di allaccio alla rete idrica ed energetica.

Tenuto conto che l'approvvigionamento dei materiali e il flusso di mezzi pesanti che ne deriva, risulta uno dei fattori critici che maggiormente influenzano l'attività di cantiere sul territorio. Per ridurre tale impatto l'area logistica di supporto alla realizzazione dell'opera è stata localizzata ad uno degli estremi del tracciato, in un area di cantiere strategica: per la vicinanza ai caselli autostradali e per posizione, in zone periferiche, esterne al centro abitato.

Per lo "smarino" è prevista l'installazione di un nastro trasportatore che passando sopra il viadotto La Rusca, porterà il materiale fino al deposito temporaneo previsto nell'area 10 in località Letimbro. Il nastro trasportatore sarà ancorato al rivestimento in galleria, mentre sarà sotenuto da un idonea struttura e adeguatamente coperto nei tratti all'aperto, soprattutto lungo il viadotto.

Complessivamente sono previsti 1380 giorni lavorativi corrispondenti a 46 mesi di lavoro circa così suddivisi:

- 5 mesi per la cantierizzazione e lo svolgimento delle attività propedeutiche
- 8,7 mesi per la realizzazione della galleria Grana
- 13,8 mesi per la costruzione del viadotto Grana
- 12 mesi per la costruzione del viadotto La Rusca

- 7 mesi per la realizzazione dello svincolo Miramare
- 21,5 mesi per lo scavo delle gallerie naturali Basci, S.Paolo e Cappuccini
- 11 mesi per la realizzazione dello svincolo Letimbro
- 11 mesi per la realizzazione degli allargamenti e delle nicchie all'interno delle gallerie
- 12 mesi per la realizzazione delle finiture
- 16 mesi per l'allargamento del ponte Sansobbia e per la realizzazione dello svincolo Sansobbia.

Per la realizzazione delle gallerie Cappuccini, S.Paolo, Basci, la scelta progettuale è stata l'utilizzo di una TBM che garantisce tempi di scavo veloci e in sicurezza sia per le maestranze che per gli edifici interessati direttamente e indirettamente dal tracciato stradale spesso con ridotte coperture.

Per consentire un impiego continuo della TBM, occorrerà che tutti gli imbocchi e le gallerie artificiali, gli interventi di consolidamento nei tratti a bassa copertura (Galleria RFI, via Scotto, fabbricato ex-Inaip e via Mignone), le opere di presidio delle situazioni più precarie, siano sempre già stati realizzati prima del passaggio della macchina suddetta.

Lo scavo inizierà a partire dall'imbocco Est della Galleria Basci per realizzare in successione la Galleria Basci medesima, poi la Galleria S.Paolo, infine la Galleria Cappuccini uscendone dall'imbocco Ovest.

Per rendere possibile le lavorazioni sopra descritte e le relative tempistiche, sarà necessario realizzare inizialmente sia il viadotto che la galleria "Grana" per garantire il collegamento diretto con l'area in località Sansobbia visto che in tale area verrà istallato il cantiere logistico a supporto dello scavo meccanizzato.

Terminate le tre gallerie scavate con la fresa, si procederà ad ultimare le lavorazioni dentro le gallerie ("allarghi" per la realizzazione delle piazzole e delle scale per l'accesso alla via di fuga, gallerie artificiali agli imbocchi, getto della pavimentazione stradale in CLS, installazione degli impianti, segnaletica, ecc.).

Contemporaneamente si potrà avviare la fase di realizzazione o di completamento delle opere poste all'esterno delle gallerie (svincolo Letimbro, svincolo Sansobbia, e allargamento del Ponte Pertini).

Il lato est del lotto partirà dopo la risoluzione delle relative interferenze, con l'istallazione subito del cantiere operativo e del campo base nelle aree ad essi preposte. Preliminarmante dovrà essere realizzata una nuova strada che costeggiando la sponda destra del torrente Sansobbia, garantirà l'accesso alla stazione di GPL e permetterà di spostare la viabilità più ad est, in modo da rendere continua l'area di cantiere nei pressi dell'imbocco. Successivamente saranno realizzate le opere necessarie alla costruzione dell'imbocco e all'istallazione del cantiere logistico per il deposito temporaneo dello smarino. Quindi si avanzerà in galleria con le usuali e tradizionali tecniche di scavo; la scelta è stata dettata dal rispetto dei tempi offerti, dalla brevità della tratta da scavare, dalla scarso disturbo dovuto alle polveri e ai rumori in un'area così decentrata rispetto al centro urbano.

Contemporaneamente nell'area in Località Grana, dopo aver terminato la demolizione parziale del capannone della ditta Bertone e la realizzazione delle due areee di cantiere e dei relativi accessi si procederà nell'ordine a realizzare: l'imbocco est della galleria Basci, le fondazioni e le strutture in elevazione del viadotto Grana. Successivamente si inizierà a costruire l'impalcato del vadotto in direzione Ovest-Est, si realizzerà l'imbocco Ovest Grana, così da trovarlo già pronto per lo sfondo finale, e si istallerà il carro ponte per l'installazione della TBM nei pressi dell'imbocco Est della galleria Basci. Questa soluzione permetterà anticipare il montaggio e di conseguenza l'inizio dello scavo meccanizzato ed inoltre di poter utilizzate il viadotto e la galleria Grana per l'approvvigionamento dei conci e per lo smarino, riducendo così l'impatto dell'attività di cantiere sulle attività commerciali della zona.

Parallelamente nell'area in Località Basci i lavori inizieranno con la creazione del nuovo accesso diretto al nucleo abitato su via Ines Negri e solo successivamente si potrà procedere con la realizzazione delle opere geotecniche, idrauliche del Rio Basci e la creazione degli imbocchi. Sulla base della pianificazione delle lavorazioni prevista nel cronoprogramma non tutte le opere propedeutiche al passaggio della fresa potrebbero essere terminate prima, visti i ridotti margini temporali in questa area, pertanto si potrebbe rendere necessario lo stoccaggio temporaneo della TBM all'interno del cantiere. Questa eventualità dovrà essere studiata nel relativo POS e l'area adibita allo stoccaggio temporaneo andrà concordata con il CSE e comunque dovrà rimanere esterna all'alveo del Rio Basci e non dovrà ricadere all'interno della "stagione delle piogge": periodo in cui la piovosità è particolarmente elevata e di conseguenza anche il rischio di piene improvvise da parte del Rio Basci.

Successivamente, cronologicamente:

- Opere geotecniche e di consolidamento (spalle viadotto, imbocchi, muro di sostegno dell'Autostrada, e nelle vie Mignone e Scotto)
- Fondazioni e le strutture in elevazione del viadotto La Rusca;
- Montaggio e varo dell'impalcato del viadotto La Rusca direzione Ovest-Est;
- Realizzazione delle trincee e dei rilevati stradali e delle gallerie artificiali;
- Creazione degli svincoli Miramare e Letimbro.

Dopo aver ultimato il viadotto sarà possibile sfruttare il transito sullo stesso per collegare le aree nelle zone Letimbro e La Rusca, e convogliare quindi il traffico dei mezzi di cantiere su Corso Ricci in modo da eliminare l'impatto sulla viabilità ordinaria nella sponda sinistra del torrente dove la circolazione risulta già critica a causa della presenza di strade strette ed a senso unico.

Le operazioni di scavo meccanizzato procederanno autonomamente da Albissola a Savona e come già detto in precedenza gli imbocchi e le relative opere propedeutiche al passaggio della fresa dovranno essere completate prima del transito della stessa.

Le opere impiantistiche, stradali e idrauliche di linea, inizieranno solo dopo che saranno state ultimate le operazioni di scavo delle gallerie, in modo da poter utilizzare il tracciato di progetto come collegamento tra le diverse aree di cantiere. Questo permetterà di limitare l'impatto dell'attività di cantiere solo nelle località Letimbro e Sansobbia con un conseguente vantaggio per la viabilità ordinaria.

In particolare,per quanto concerne l'aspetto relativo alle demolizioni previste, è stato redatto un documento progettuale, contenente la caratterizzazione delle demolizioni previste nel progetto di Variante alla SS1 Aurelia nel tratto compreso fra Savona ed Albisola Superiore.

Il suddetto documento è stato ricostruito dai documenti disponibili a base di gara, non essendo presente un piano delle demolizioni.Nell'ultimo documento è riportato l'elenco di tutti gli edifici di cui è prevista la demolizione, (anche quelli a cura dell'Ente / Proprietario) indicando per ciascun edificio i relativi dati di identificazione.Nel prosieguo del documento sono riportate per ciascun edificio le schede descrittive contenenti oltre ai dati sopra menzionati, anche la destinazione d'uso, la tipologia di demolizione e l'eventuale presenza di amianto.

Per quanto a quest'ultimo aspetto, si evidenzia che prima della demolizione dovrà essere eseguito un rilievo accurato, anche in contraddittorio con la D.L., che accerti la effettiva presenza e la quantità di amianto da smaltire presente nell'edificio da demolire.

In caso affermativo, sarà necessario predisporre un piano di smaltimento prima dell'esecuzione vera e propria della rimozione in sicurezza.

Quanto sopra, comporterà tempi aggiuntivi a quelli riportati nel cronogramma dei lavori, oggi non valutabili, che dovrà essere conseguentemente adeguato.

16. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

La stesura del piano di sicurezza è stata compiuta secondo quanto disposto dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. ed ha per oggetto i lavori relativi alla VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA NEL TRATTO SAVONA – ALBISOLA SUPERIORE.

Il PSC è stilato secondo quanto previsto dell'art. 100 D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e all'art. 2 comma 2 del D.P.R. 222/03 da professionista abilitato ai sensi dell'art. 98 del D. Lgs. 81/2008, il quale ha provveduto alla stesura del PSC in tutte le sue parti tenendo conto anche delle particolari condizioni ambientali in cui si svolgeranno i lavori.

Tale documento costituisce parte integrante del contratto di appalto ed ha lo scopo di delineare e sintetizzare le norme che devono essere osservate, per svolgere in condizioni di sicurezza, le attività all'interno del cantiere e realizzare cosi un'efficace piano di protezione fisica per i lavoratori impegnati.

Il progetto "Variante alla S.S.1 Aurelia nel tratto Savona – Albissola Superiore", prevede la realizzazione di una variante alla suddetta strada che sarà realizzata con l'apertura di un cantiere "in linea" ovvero a prevalente sviluppo longitudinale lungo l'asse rappresentato dal costruendo tracciato di variante.

Come si vede dall'elaborato PE21-FC000020PL1 sono state individuate dieci aree di cantiere (Tabella 15.1) coincidenti con le zone nelle quali sono previsti gli interventi. Tali aree si svilupperanno lungo il tracciato, presso gli imbocchi delle gallerie e sulle aree di realizzazione degli svincoli e dei viadotti, in una zona che comprende una stretta fascia della riviera occidentale ligure che si estende da Savona ad Albissola per una lunghezza complessiva di circa 5,1 km, molto acclive e interessata da intenso traffico locale.

Tabella 15.1– Identificazione delle aree di cantiere

IDENTIFICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE	
Area Cantiere	**Localizzazione**
Area 1	Località Sansobbia, Albissola Superiore; tra Corso Italia e la sponda sinistra del torrente, con una superficie complessiva di circa 30000 mq.
Area 2	Località Sansobbia, Albissola Superiore; tra via Grana e la sponda destra del torrente Sansobbia, con una superficie complessiva di 18000 mq.
Area 3W Area 3E	Località Grana, Albissola Superiore; tale area risulta divisa in due parti (Ovest, Est) dall'attraversamento della strada di via delle Industrie, presenta una superficie complessiva di 6500 mq (Ovest = 4000, Est = 2500).

IDENTIFICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE	
Area Cantiere	**Localizzazione**
Area 4	Località Basci, Albissola Marina; in prossimità degli edifici 26-62 di via Ines Negri, tra l'alveo dell'omonimo Rio e l'area di parcheggio a tergo dell'edifico, con una superficie complessiva di 3500 mq.
Area 5	Località Miramare, Savona; in via Ignazio Scotto poco più a nord dell'incrocio con via Valloria in prossimità del lotto 266, con una superficie di 2500 mq.
Area 6	Località Miramare (Savona); zona in adiacenza dell'Aurelia, compresa tra Lungomare G. Matteotti e l'imbocco Est della Galleria Cappuccini, con ingresso da via F. Turati e una superficie complessiva di 16000 mq.
Area 7	Via Mignone, Savona; area temporanea all'altezza del civico 26 nella zona compresa tra il tornante e l'edifico sopraddetto, con una superficie di 1700 mq.
Area 8	Località La Rusca, Savona; compresa tra via Schiantapetto e il muro di sostegno dell'Autostrada dei Fiori A10, con una superficie complessiva di 12000 mq.
Area 9	Via Francesco Crispi, Savona; in prossimità della sponda sinistra del fiume Letimbro, all'interno del sedime dei lotti 110, 500, con una superficie di 1800 mq.
Area 10	Località Letimbro, Savona; Sulla sponda destra dell'omonimo torrente, all'interno delle rampe a Nord del futuro svincolo a trombetta su via Ricci, con una superficie complessiva di 17000 mq

All'interno di tali aree si ricorrerà nel tempo all'apertura di diversi cantieri elementari (aree dove, sotto la responsabilità del Committente, sia applicabile in forza dei lavori ordinati, la normativa di sicurezza relativa al D.Lgs. 81/08 Titolo IV), preposti a diverse funzioni come indicato nella seguente tabella.

Tabella 15.2- Identificazione dei cantieri elementari

IDENTIFICAZIONE DEI CANTIERI ELEMENTARI			
SIGLA	**TIPOLOGIA DI CANTIERE ELEMENTARE**	**LOCALIZZAZIONE**	**ATTIVITÀ'**
CP1	Cantiere Principale 1	Area 1 Albisola S.	Campo Base: uffici, baraccamenti, refettori, servizi di infermeria, spogliatoi.

IDENTIFICAZIONE DEI CANTIERI ELEMENTARI			
SIGLA	**TIPOLOGIA DI CANTIERE ELEMENTARE**	**LOCALIZZAZIONE**	**ATTIVITÀ'**
CL1	Cantiere Logistico 1	Area 2 Albisola S.	Cantiere logistico a servizio della galleria la Grana e deposito temporaneo dello smarino.
CL2	Cantiere Logistico 2	Area 10 Savona	Cantiere logistico per la costruzione del viadotto Letimbro e dello svincolo.
CO0	Cantiere Operativo 0 Bonifica Bellica	Aree 1, 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 7, 8, 9, 10 Savona	Ispezione e bonifica: superficiale di tutte le aree interessate, e profonda nelle zone interessate da scavi ed opere in sotterraneo.
CO1	Cantiere Operativo 1 Interferenze	Aree 1, 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 7, 8, 9, 10 Savona	Intercettazione e spostamento delle reti interrate e opere civili necessarie a risolvere le interferenze.
CO2	Cantiere Operativo 2 Demolizioni	Aree 2, 3, Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 8, 9, 10 Savona	Demolizioni di edifici, capannoni, e strutture di sotegno esistenti.
CO3	Cantiere Operativo 3 Consolidamenti e opere Geotecniche	Aree 2, 3, Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 6, 7, 8 Savona	Realizzazione di paratie di pali, berlinesi, jet-grouting, iniezioni e concrete-art.
CO4	Cantiere Operativo 4 Gallerie: scavo in Tradizionale	Aree 2, 3, Albisola S. Area 4, Albissola M. Area 6, Savona	Scavo in tradizionale mediante l'utilizzo escavatori dotati di martellone ed eventualmente con l'ausilio dell'esplosivo.
CO5	Cantiere Operativo 5 Viadotti	Area 3 Albisola S. Area 10 Savona	Realizzazione dei plinti di fondazione delle pile e dell'impalcato. Viadotto Grana e Viadotto La Rusca

IDENTIFICAZIONE DEI CANTIERI ELEMENTARI			
SIGLA	**TIPOLOGIA DI CANTIERE ELEMENTARE**	**LOCALIZZAZIONE**	**ATTIVITÀ'**
CO6	Cantiere Operativo 6 Gallerie: scavo meccanizzato	Area 3W Albisola S.	Realizzazione della galleria mediante scavo meccanizzato TBM.
CO7	Cantiere Operativo 7 Svincoli	Aree 1, 2, Albisola S. Aree 6, 10 Savona	Costruzione degli svincoli: Realizzazione delle intersezioni, delle rotonde e delle rampe degli svincoli. Svincolo Sansobbia, Miramare, Letimbro.
CO8	Cantiere Operativo 8 Imbocchi e Gallerie Artificiali	Aree 2, 3 Albisola S. Aree 6, 8 Savona	Realizzazione degli imbocchi e dei tratti artificiali delle gallerie. Capuccini e S. Paolo.
CO9	Cantiere Operativo 9 Montaggi Elettromeccanici	Area 3 Albisola S. Area 8 Savona	Montaggio e smontaggio di macchinari ed attrezzature di cantiere. (Carroponte & TBM)
CO10	Cantiere Operativo 10 Trincee e Rilevati stradali	Area 8 Savona	Scavi, movimentazioni e compattazioni terre per la e realizzazione delle scarpate delle trincee e dei rilevati.
CO11	Cantiere Operativo 11 Sistemazioni Idrauliche	Area 2 Albisola S. Area 4 Albissola M. Area 6 Savona	Esecuzione di devizioni, tombinature e riprofilature degli alvei.
CO12	Cantiere Operativo 14 Allargamento Ponte Esistente	Aree 1, 2 Albisola S.	Allargamento del ponte Pertini esistente. Realizzazione delle fondazioni, delle strutture in elevazione ed allargamento dell'impalcato.

IDENTIFICAZIONE DEI CANTIERI ELEMENTARI			
SIGLA	**TIPOLOGIA DI CANTIERE ELEMENTARE**	**LOCALIZZAZIONE**	**ATTIVITÀ'**
CO13	Cantiere Operativo 13 Impianti galleria	Aree in sotterraneo Area 3, Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 6, 8 Savona	Realizzazione di impianti di sicurezza, illuminazione e ventilazione all'interno delle gallerie e costruzione delle centrali (antincendio, telecontrollo) e delle strutture esterne (cabine, stazioni di sollevamento e torrini).
CO14	Cantiere Operativi 14 Allargamenti e nicchie in galleria	Aree 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 6, 8, Savona	Realizzazione delle nicchie e delgi allargamenti, con eventuale demolizione e ricostruzione del rivestimento.
CO15	Cantiere Operativo 15 Massicciate e Pavimentazioni stradali	Aree 1, 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 7, 8, 9, 10 Savona	Realizzazione del sottofondo, dello strato di base, del binder e del tappeto di usura.
CO16	Cantiere Operativo 16 Impianti d'illuminazione	Aree 1, 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 7, 8, 9, 10 Savona	Istallazione dei corpi illuminanti, delle strutture di sostegno e dei relativi collegamenti.
CO17	Cantiere Operativo 17 Lavori stradali	Aree 1, 2, 3 Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 5, 6, 7, 8, 9, 10 Savona	Istallazione delle barriere di sicurezza, segnaletica orizzontale e verticale.
CO18	Cantiere Operativo 18 Finiture e sistemazioni al verde	Aree 1, 2, Albisola S. Area 4, Albissola M. Aree 6, 8, 10 Savona	Realizzazione di aiuole, spartitraffico naturali e sistemazione e arredo delle rotonde.

Per l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi connessi alle lavorazioni concernenti gli interventi in progetto, nel Piano, è stata assegnata, ai cantieri elementari sopra citati (Tabella 15.2), una sigla alfanumerica legata alla cronologia di apertura in funzione della realizzazione delle opere e alla tipologia dei lavori svolti nel cantiere. In questo modo è stato possibile studiare in una sequenza temporale effettiva, comunque quella riportata dal cronoprogramma, sia le attività di sviluppo della cantierizzazione, sia le attività lavorative principali, sia le lavorazioni di dettaglio più significative per lo sviluppo del cantiere o che introducono una criticità particolare nelle lavorazioni. In particolare l'analisi è stata svolta prendendo in considerazione:

- Identificazione dei pericoli;
- Individuazione dei lavoratori esposti ai rischi potenziali;
- Valutazione degli stessi rischi sotto il profilo qualitativo e quantitativo;

I risultati di tale studio sono stati il punto di partenza necessario per la determinazione delle misure preventive e protettive atte a ridurre e, ove possibile, eliminare i rischi.

Il tracciato di progetto si svolge in aree con forte presenza antropica e coinvolge attività, come quella di scavo, in cui sono fortemente vincolanti le condizioni naturali, geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche pertanto sono stati indagati nel dettaglio i rischi connessi all'ambiente antropizzato e all'ambiente naturale, oltre a quelli propri dell'Impresa. Questi vincoli hanno imposto la presa in conto di una serie di rischi aggiuntivi rispetto a quelli propri. Dall'attenta valutazione di tali rischi sono scaturite le indicazioni riportate nel Piano in merito alle misure preventive e protettive da adottarsi nel cantiere in oggetto oltreché, ove necessario, in merito alle procedure di sicurezza aggiuntive da prevedersi.

17. CAVE E DISCARICHE

Dal bilancio dei materiali interessati dal progetto, è emerso come vi sia un esubero di materiale derivante dagli scavi rispetto al volume di materiali utili necessari per la realizzazione di rilevati, ripristini ambientali e tombamenti. Ciò in linea con le fasi di progettazione precedenti.

Parte dei materiali di scavo verranno reimpiegati all'interno del cantiere, parte, sia per limiti temporali sia per limiti di spazio per abbancamenti temporaneo, sarà comunque destinato all'abbancamento definitivo.

Le aree di abbancamento definitivo del materiale sono quelle identificate nelle fasi precedenti della progettazione, ovvero presso il porto di Savona a disposizione dell'auorità portuale di Savona, in linea con il Piano Regolatore del Porto di Savona, che necessita di notevoli volumi di inerti per nuove opere a mare, e con quanto confermato ed indicato dal Committente ANAS con prot. CGE00009290-P del 15/09/2010.

Un accurato studio sul materiale proveniente dagli scavi ha portato ad una sua definizione, con particolare riguardo al suo riutilizzo in cantiere.

Dalle prove condotte, i materiali provenienti dallo scavo dalle gallerie naturali si possono reimpiegare per:

- Inerti per calcestruzzi Rck<300kg/cmq
- Quota parte di inerti per calcestruzzi Rck>300kg/cmq nella miscela al 70% con aggiunta del 30% di inerte avente L.A.=15%
- Inerti per conglomerati bituminosi.

Oltre che per rilevati, rinterri e riempimenti.

18. CONCLUSIONI

Lo studio delle criticità emerse durante la fase propedeutica alla progettazione esecutiva, il riscontro con gli enti interessati o interferiti, ed il particolare riguardo all'analisi degli effetti tenso-deformativi indotti agli edifici durante gli scavi in zona urbana, hanno portato ad una ridefinizione del tracciato, senza, però, stravolgere il progetto definitivo e a base gara nelle aree di esproprio e/o nelle indicazioni di base.

Le variazioni apportate consentono di ridurre sensibilmente il numero di edifici/opere interferite dagli scavi, (non solo quelle emerse nella fase di progettazione definitva, ma anche quanto evidenziato in questa fase con i censimenti condotti), contenendo tutti gli scenari di danno e riducendo del 50% le opere.

Questa riconfigurazione progettuale oltre risolvere problematiche che nella soluzione originaria non trovavano una via risolutiva razionale (si veda il rio Termine, ecc.) va vista non solo alla luce dell'esecuzione dell'opera in sé, ma anche nel contesto in cui l'opera viene eseguita e fruita.

Infatti a fronte di indubbi oneri aggiuntivi per l'abbassamento della livelletta, sia esecutivi per gli scavi, sia sui materiali e opere, per passare al di sotto del livello del mare, si devono considerare tutti gli effetti positivi che tale soluzione comporta, oltre agli eventuali risparmi "a consuntivo", (economicità dell'opera), considerando non solo le lavorazioni previste, ma il quadro generale relativo all'opera, si ha:

- riduzione del 50% degli edifici a rischio di danno di cui più del 70% non precedentemente identificato, e contenimento del rischio del danno ai valori minimi;
- nessun esproprio di edifici a fronte di quelli previsti in fase definitiva;
- annullamento dell'impatto ambientale sul rio Termine, (a fronte di ben maggiori opere necessarie rispetto a quanto preventivato in PD/PG);
- miglioramento 'passivo' nell'attenuazione del rumore, riducendo gli interventi (a fronte degli scenari peggiorativi e non prevedibili con la livelletta di PD/PG);
- miglioramento della sicurezza con le pendenze trasversali del 7%, verificate anche con la velocità dinamica di percorrenza;

19. ALLEGATI

Vengono riportati in appendice alla presente relazione i seguenti allegati:

19.1. ALLEGATO1 ALLA RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI CIPE

Riporta l'ottemperanza alle prescrizioni CIPE di cui al Capitolato Speciale Norme Generali.

19.2. ALLEGATO2 ALLA REL AZIONE TECNICA DESCRITTIVA VARIZIONI APPORTATE AL PDA

Riporta le variazioni apportate rispetto al Progetto di Affidamento. E' organizzato in due documenti, uno descrittivo e l'altro grafico:

- Relazione Descrittiva Variazioni Apportate
- Quadro Grafico Sinottico Variazioni Apportate

19.3. ALLEGATO 3 ALLA REL AZIONE TECNICA DESCRITTIVA QUADRO SINOTTICO

Riporta tutte le variazioni apportate rispetto al Progetto di Affidamento in un quadro sintetico generale.

19.4. ALLEGATO 4 ALLA REL AZIONE TECNICA DESCRITTIVA QUADRO SISCHEMI TBM

Riporta gli schemi principali della macchina oggetto del presente lavoro.

ANAS S.P.A.

PROVINCIA DI SAVONA

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

Interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola e i porti di Savona e Vado

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

PRESCRIZIONI CIPE

INDICE

PREMESSA 4
PUNTO I.a - ATTRAVERSAMENTO SUPERIORE DELLA GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO" 6
GENERALITA' 6
NORMATIVA DI RIFERIMENTO 8
SOFTWARE UTILIZZATI 10
QUADRO GEOLOGICO GEOTECNICO 11
PARAMETRI DI CALCOLO 13
VERIFICA DI STABILITA' ANTE-OPERAM 14
VERIFICA DI STABILITA' POST- OPERAM 16
Dettaglio dell'intervento 19
Intervento di consolidamneto mediante tubi in vtr 21
Fasi esecutive 22
Esecuzione dei consolidamenti mediante tubi in vtr 23
Caratteristiche dei materiali 25
Verifica di stabilita' post operam con interventi in vtr 26
PUNTO I.b - MONITORAGGIO DELLA GALLERIA FERROVIARIA"MONTE PASASCO" 29
PUNTO I.c - CONTRADDITTORIO SULLO STATO CONSERVATIVO DEL RIVESTIMENTO DELLA GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO" 30
PUNTO II - VIADOTTO LA RUSCA – ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO 31
PUNTO III 32
A - INTERFERENZE CON GALLERIE FERROVIARIE SEDE DISMESSA 32
B - INTERFERENZE SVINCOLI IN SPONDA DESTRA LETIMBRO 33
PUNTO IV – ELIMINAZIONE SVINCOLO PUNTA MARGONARA 34
PUNTO V – ESECUZIONE RICOGNIZIONI ARCHEOLOGICHE 35
PUNTO VI – ESECUZIONE DI PROSPEZIONI GEOMORFOLOGICHE NON DISTRUTTIVE 36
PUNTO VII – ESECUZIONE DI VERIFICHE DI CONTROLLO 37
PUNTO VIII - SPECIFICHE SU SISTEMAZIONI A VERDE E MATERIALI DI FINITURA DA UTILIZZARE PER TUTTI GLI SVINCOLI, GLI INNESTI DELLE GALLERIE NATURALI E ARTIFICIALI E IL PONTE SUL SANSOBBIA 38
PUNTO IX - FOTOMONTAGGI LUNGO IL TRACCIATO FUORI TERRA CON PUNTI DI VISTA AD ALTEZZA UOMO O LIVEMENTE RIALZATI 39
PUNTO X - SPECIFICHE SU STRADA SU SPONDA DESTRA DEL SANSOBBIA, PREVISTA COME CONNESSIONE DELLO SVINCOLO "SANSOBBIA" CON LA VIABILITA' ORDINARIA (LARGHEZZA, QUOTE E DISTANZE DALL'ALVEO) 40
PUNTO XI – PROGRAMMA DI ESECUZIONE OPERE A VERDE 42
PUNTO XII - OPERE DI RIQUALIFICAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE CON RIFERIMENTO AGLI INTERVENTI SUL SANSOBBIA CHE COMPORTERANNO SIGNIFICATIVE MODIFICHE DELL'ALVEO E DI SPONDA DESTRA 43
PUNTO XIII – INTERFERENZE CONNESSIONE AURELIA BIS E VIABILITA' ORDINARIA 44

PUNTO XIV – MONITORAGGIO DELL'EDIFICIO DELL'EX INAIP 45
PUNTO XV – MONITORAGGIO ESECUZIONE LAVORI DA PERSONALE ARCHEOLOGICO 46

PREMESSA

Con l'intento di rendere più semplice la lettura della relazione generale, vengono qui riportate le risposte alla delibera CIPE n. 77 del 3/8/2007, di cui all'art. 6 (Progetto Esecutivo) del C.S.A. N.G. con eventuale rimando alle relazioni ed elaborati specialistici.

In particolare con la redazione della progettazione esecutiva, l'Aggiudicatario dovrà inoltre tenere conto delle prescrizioni tecnico progettuali, archeologico, architettoniche e paesaggistiche, contenute nell'allegato 1 alla delibera CIPE n. 77 del 3/8/2007 di approvazione del progetto definitivo e relativo finanziamento, oltre che di alcune prescrizioni da tener conto durante l'esecuzione dei lavori stessi.

Si riporta di seguito il testo integrale delle suddette prescrizioni:

Prescrizioni di carattere tecnico progettuale

I. per quanto riguarda l'attraversamento superiore della galleria ferroviaria "Monte Pesasco", in corrispondenza del km 35+052, della linea Genova-Ventimiglia (progressiva 3+866,45 di progetto):
   a) va effettuata una verifica di stabilità (con il metodo F.E.M.) del rivestimento della galleria ferroviaria nella sezione di interferenza con la viabilità stradale sovrastante. Tale verifica andrà condotta ante operam e post operam, tenendo conto delle nuove sollecitazioni dinamiche indotte dal traffico stradale nei confronti dell'ammasso roccioso interposto tra i due manufatti (pari a circa 5 m). Solo a seguito di detta verifica si potranno evidenziare necessità di opere di presidio del tunnel ferroviario;
   b) si dovrà attivare un adeguato monitoraggio a carico della galleria ferroviaria durante tutta la fase di escavazione del tunnel stradale;
   c) prima dell'inizio dei lavori, è necessario un contraddittorio circa lo stato conservativo del rivestimento della galleria ferroviaria corredato di relativo servizio fotografico.
II. In merito al viadotto "La Rusca" che sovrappassa la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, in corrispondenza del km 37+800, e Savona Torino, il progetto esecutivo dovrà contenere un dettagliato programma dei lavori interferenti con la circolazione ferroviaria, che dovrà essere redatto sulla base delle disponibilità che verranno indicate da RFI.
III. Dovranno essere precisate le interferenze (dimensionali e tipologiche) della nuova infrastruttura viaria con le gallerie ferroviarie della sede dimessa nonché di quelle relative agli svincoli in sponda destra del torrente Letimbro.

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

IV. dovrà essere eliminato lo svincolo "Punta Margonara" (poco distante dallo svincolo "Miramare"), che si sviluppa a ridosso della linea di costa e la cui realizzazione comporterebbe un'ulteriore compromissione della collinosa fascia verde retro stante che, seppur in parte degradata, è ancora paesaggisticamente recuperabile (**prescrizione già recepita nel progetto definitivo a base di gara**);
V. dovranno essere eseguite ricognizioni archeologiche preventive con indagine diretta sul territorio oggetto d'interventi, compresa una fascia di rispetto da determinarsi con particolare attenzione alle aree maggiormente indiziate dai dati desunti dalla toponomastica, geomorfologia e cartografia storica e comprese le aree destinate a deposito degli inerti di risulta dallo scavo delle gallerie e delle numerose opere accessorie (**onere a carico ANAS**);
VI. dovranno essere eseguite prospezioni geomorfologiche non distruttive con impiego combinato dei metodi magnetometrico, geo-elettrico e georadar sui tracciati in aperto, eventualmente da integrarsi con analisi mícromorfologíche e datazioni radiometriche (**onere a carico ANAS**);

VII. dovranno essere eseguite verifiche di controllo mediante sondaggi e saggi di scavo stratigrafico a seconda che le risultanze derivanti dalle indagini sopra dettagliate abbiano restituito tracce di strutture o stratigrafie archeologiche oppure risultino particolarmente indiziate come aree di possibile reperimento delle stesse (**onere a carico ANAS**);

VIII. dovranno essere fornite specifiche su sistemazioni a verde e materiali di finitura da utilizzare per tutti gli svincoli, gli innesti delle gallerie naturali e artificiali, il ponte sul Sansobbia e sul Rio Termine;

IX. dovranno essere realizzati fotomontaggi lungo il tracciato fuori terra con punti di vista ad altezza uomo o lievemente rialzati (ad integrazione di quelli già proposti nel definitivo, realizzati su foto aeree);

X. dovranno essere fornite specifiche su strada di sponda destra del Sansobbia, prevista come connessione dello svincolo "Sansobbia" con la viabilità ordinaria (larghezza, quote e distanze dall'alveo);

XI. le opere di sistemazione a verde dovranno essere eseguite contestualmente all'avanzamento delle opere infrastrutturali;

XII. dovranno essere realizzate delle opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale con particolare riferimento agli interventi sul Sansobbia che comporteranno significative modifiche dell'alveo e di sponda destra;

XIII. le eventuali connessioni tra l'Aurelia bis e la viabilità ordinaria nei comuni di Albissola Marina e Albissola Superiore non dovranno interferire in alcun modo con gli edifici vincolati ed i terreni oggetto di vincolo indiretto presenti nella zona, quali Villa Gavotti con parco e Villa Faraggiana con i terreni circostanti;

XIV. dovrà essere verificata la necessità di un monitoraggio dell'edificio dell'ex INAIP e del complesso conventuale del S. Giacomo soprastante lo svincolo di Miramare e dell'annesso tracciato in galleria durante l'esecuzione delle opere

Prescrizioni da recepire in fase di esecuzione dell'opera

XV. in fase di esecuzione delle opere, tutti i movimenti di terra relativi al tracciato (svincoli, viadotti, gallerie) e l'installazione dei cantieri operativi e di servizio siano comunque seguiti e controllati in ogni fase da personale archeologico qualificato, secondo le indicazioni che saranno impartite dalla Soprintendenza per i beni archeologici della Liguria, che si riserva la direzione scientifica delle indagini.

Per quanto alla prescrizione IV, si rimanda al progetto definitivo posto a base di gara, in quanto la prescrizione risulta ivi recepita. Si conferma che lo sviluppo del progetto esecutivo non prevede, coerentemente con il progetto di affidamento, lo svincolo in questione.

Per quanto invece alle prescrizioni di cui ai p.ti V, VI e VII, le prospezioni eseguite sono state recepite all'interno degli elaborati archeologici di riferiment, ai quali si rimanda.

PUNTO I.A - ATTRAVERSAMENTO SUPERIORE DELLA GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO"

Prescrizione di Carattere Tecnico Progettuale

...per quanto riguarda l'attraversamento superiore della galleria ferroviaria "Monte Pesasco", in corrispondenza del km 35+052, della linea Genova-Ventimiglia (progressiva 3+866,45 di progetto) va effettuata una verifica di stabilità (con il metodo F.E.M.) del rivestimento della galleria ferroviaria nella sezione di interferenza con la viabilità stradale sovrastante. Tale verifica andrà condotta ante operam e post operam, tenendo conto delle nuove sollecitazioni dinamiche indotte dal traffico stradale nei confronti dell'ammasso roccioso interposto tra i due manufatti (pari a circa 5 m). Solo a seguito di detta verifica si potranno evidenziare necessità di opere di presidio del tunnel ferroviario...

1.1 GENERALITA'

La galleria ferroviaria "Monte Pasasco" è stata realizzata in scavo tradizionale. La struttura è composta dalla calotta realizzata in cemento e dall' arco rovescio realizzato in cemento armato (costruito in una seconda fase, a seguito di alcuni dissesti/cedimenti che la galleria ha subito dopo la sua realizzazione). Le analisi svolte,ante operam , tengono conto, delle fasi di scavo per la realizzazione della galleria ferroviaria stessa, considerando come caratteristiche dell'ammaso i valori geomeccanici determinati dalla campagna di indagini geognostica 2008.

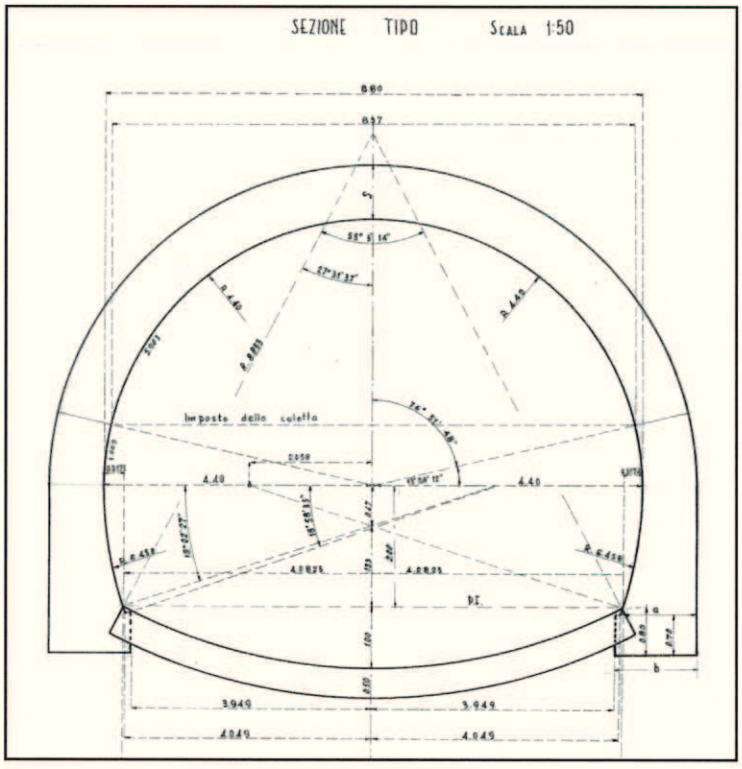


Figura 0-1: Progetto galleria FFSS "Pasasco" – Sezione tipo

Rispetto al progetto definitivo, l'attraversamento superiore della galleria ferroviaria, avviene ad una quota altimetrica diversa. Nel progetto definitivo lo spessore dell'ammasso roccioso interposto tra i due manufatti era di circa 5m.

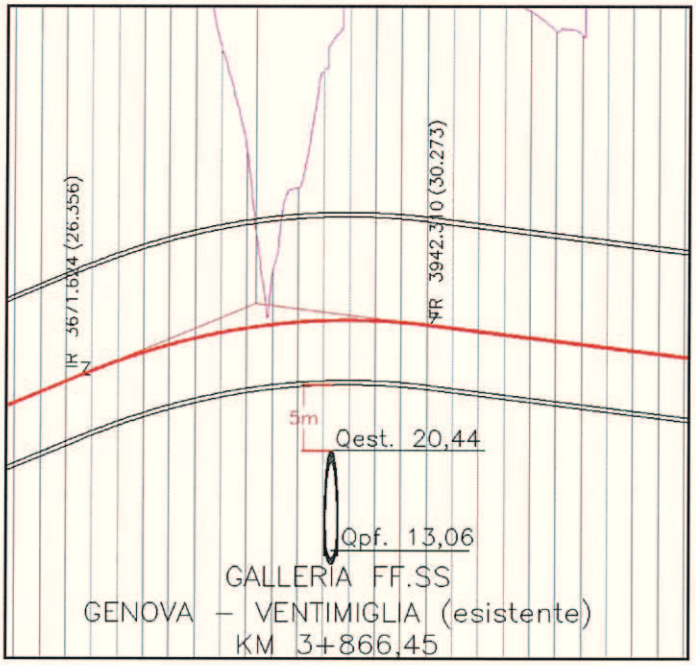


Figura 0-2: Spessore dell'ammasso roccioso interposto tra i due manufatti secondo le geometrie altimetriche del Progetto Definitivo

Nello sviluppo del progetto esecutivo, l'attraversamento superiore della galleria ferroviaria, avviene ad una quota altimetrica più alta di 5 metri proprio con la finalità di ridurre gli effetti tenso/deformativi sull'opera esistente. Lo spessore dell'ammasso roccioso tra i due manufatti risulta infatti essere di 10m circa.

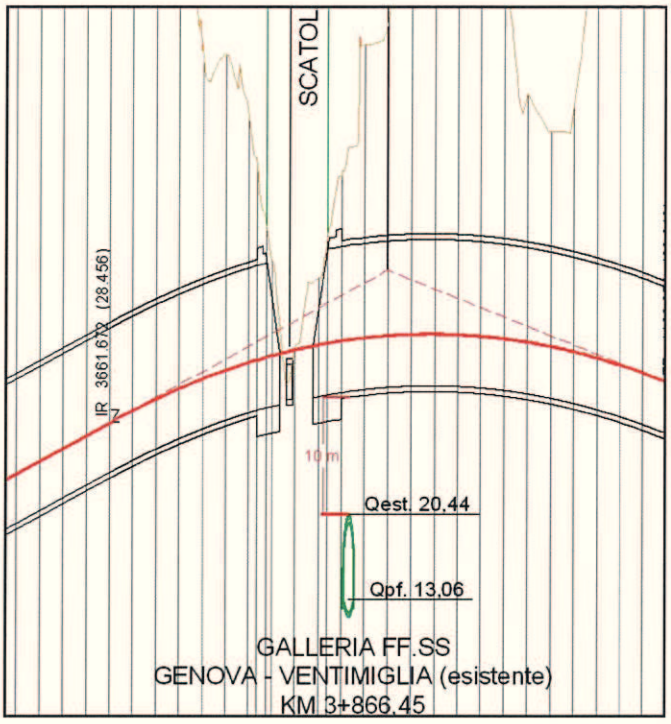


Figura 0-3: Spessore dell'ammasso roccioso interposto tra i due manufatti secondo le geometrie altimetriche del Progetto Esecutivo

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 5/11/1971 n. 1086

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge n°64 del 2 febbraio 1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 11951 del 14/2/1974

Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 20049 del 9/1/1980

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.

- Istruzioni C.N.R. 10012-81

Azioni sulle costruzioni.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 11/3/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 30483 del 24/9/1988

Legge 2 febbraio 1974 art. 1-D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

- Nota Ministero Lavori Pubblici n. 183 del 13/4/1989

D.M. 11.3.88. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, la progettazione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 14/02/1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 24/06/1993 n. 406/STC

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 14/02/1992.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 9/1/1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16 gennaio 1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996

Norme tecniche relative ai "Carichi generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 15/10/1996 n. 252

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 9/01/96.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 4/7/1996 n. 156AA.GG/STC

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

- Circolare Ministero Lavori Pubblici 10/04/1997 n. 65/AA./GG.

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D. M. 16/01/96.

- Decreto Ministero Lavori Pubblici 5/08/1999

Modificazioni al decreto ministeriale 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- UNI EN 1537 NORMA ITALIANA Tiranti di ancoraggio 20/02/2002

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 1537 (edizione dicembre 1999), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 20/03/03 n°3274

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica.

- A.I.C.A.P. 1993

Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

- Decreto Ministeriale 14/01/2008 : Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

1.3 SOFTWARE UTILIZZATI

Nella presente relazione si è fatto uso dei seguenti codici di calcolo :

- **PLAXIS, Versione 9.0.** Finite element code for soil and rock analyses

1.4 QUADRO GEOLOGICO GEOTECNICO

La valle del Rio Basci è interessata dalla presenza di ammassi rocciosi di tipo anfibolitico, osservabili in affioramento e indagati dalle indagini geognostiche. In particolare in sinistra idrografica sono stati eseguiti i sondaggi S25 e S25bis (campagna di PD) e il sondaggio SG14 (campagna di PE).

Si tratta di ammassi rocciosi appartenenti alla Formazione delle Anfiboliti di Monte Spinarda, caratterizzate da un colore scuro e da un'estesa fatturazione e alterazione nei primi metri dalla superficie, che si riduce con la profondità. In particolare, nel sondaggio SG14 si hanno circa 5 metri di detrito colluviale originato dalla degradazione del substrato litoide, seguito da uno strato di alterazione e dall'ammasso alterato e decompresso per uno spessore di altri 5 metri circa. I valori di RQD registrati nel sondaggio risultano pari a zero per i primi 30 metri di profondità. I sondaggi S25 e S25 bis, eseguiti più a valle, mostrano le medesime ripartizioni del sottosuolo, anche se il valore di RQD registrato è intorno a 20 già nei primi metri di roccia.

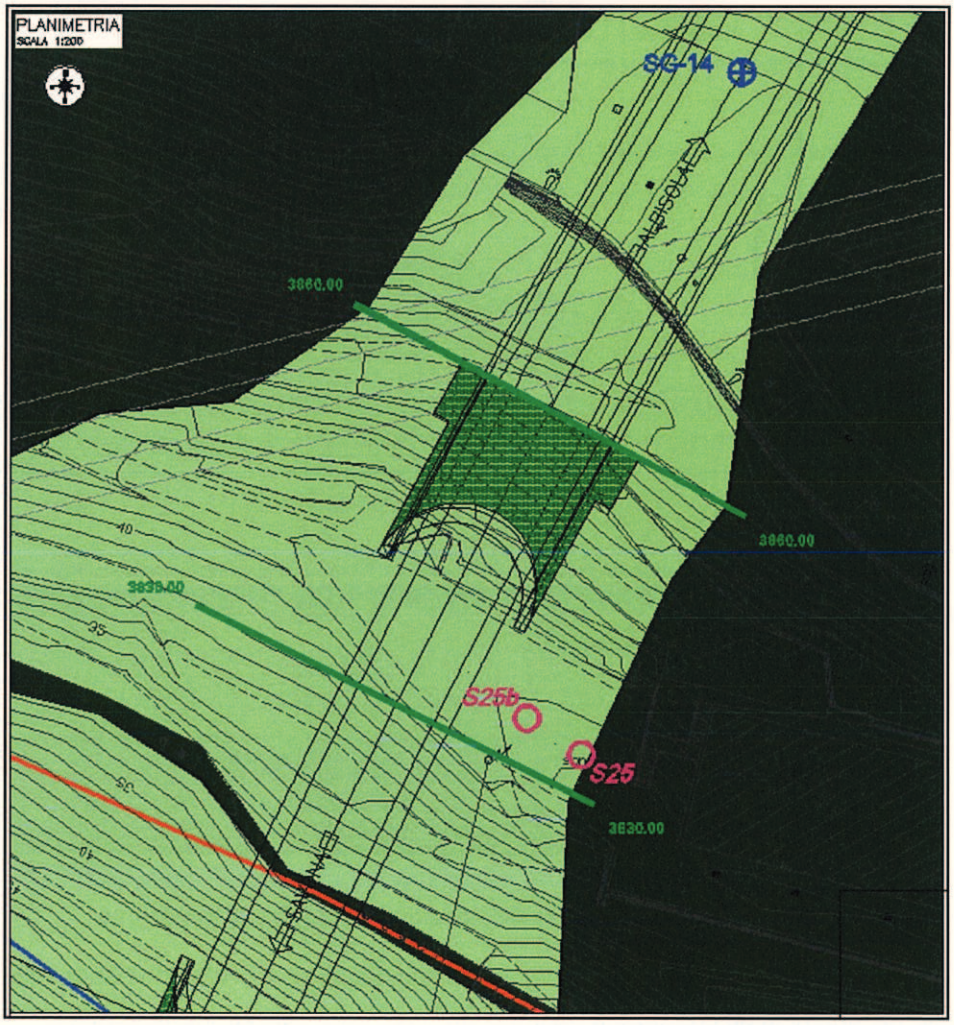


Figura 0-4 : Stralcio Carta Geologica

Lungo i versanti gli spessori totali della coltre detritica appaiono mediamente inferiori, data l'acclività e la presenza di locali affioramenti. I rilievi eseguiti non hanno mostrato la presenza di dissesti in atto o quiescenti che coinvolgono tali coltri o il substrato.

Tutto il fianco sinistro della valle appare fortemente rimaneggiato dall'azione antropica, con l'esecuzione di scavi e riporti e la realizzazione di muri di contenimento per favorire l'edificazione e la viabilità di accesso.

La galleria Pasasco, all'interferenza con il tracciato autostradale in progetto, sembra attraversare l'ammasso più profondo, quindi con caratteristiche mediamente migliori rispetto a quanto visibile in superficie.

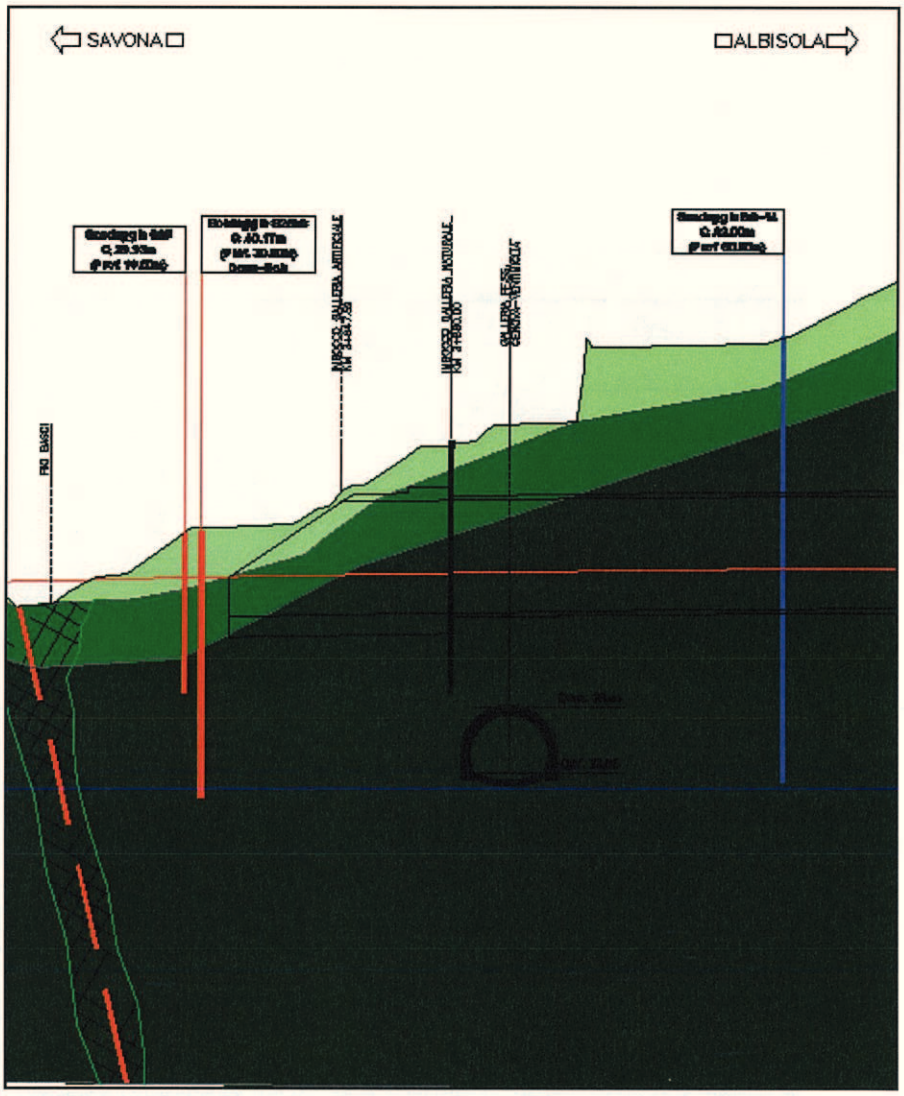


Figura 0-5– Sezione geologica di previsione

Dall'interpretazione dei sondaggi eseguiti, delle indagini sismiche, e da esperienze pregresse in materiali simili, si sono ricavati i parametri geomeccanici riportati nella seguente tabella.

Parametri	U. M.	Coltri detritiche	Anfiboliti decompresse	Anfiboliti a minor grado di fratturazione
Stratigrafia	[m]	Da p.c. a -3.00	Da -3.00 a -11.00	>-11.00
Peso di volume	[KN/m^3]	19 – 20	25 - 26	25 – 26
Coesione	[KPa]	0	70 - 130	258 - 353
Angolo di attrito	[°]	35 - 40	49 - 57	67 - 69
Modulo elastico	[MPa]	50 - 100	1050 - 1400	5200 - 7830

Tabella 0-1– Parametri geotecnici

1.5 PARAMETRI DI CALCOLO

La stratigrafia e i valori dei parametri geotecnici adottati nelle valutazioni di tipo numerico sono elencati di seguito:

Formazione	z	γ	c	Φ	E
	[m da p.c.]	[KN/m^3]	[KPa]	[°]	[MPa]
Coltri detritiche	0 – 3.00 m	20	0	35	50
Anfiboliti decompresse	3.00m – 11.00m	26	70	49	1050
Anfiboliti poco fratturate	>11.00m	26	258	67	5200

Tabella 0-2– Parametri geotecnici di calcolo

Dove:

γ = peso di volume;

c = coesione;

Φ = angolo di attrito;

E = modulo elastico nella fase di compressione vergine;

1.6 VERIFICA DI STABILITA' ANTE-OPERAM

La galleria ferroviaria "Monte Pasasco" è stata realizzata in scavo tradizionale. La struttura è composta dalla calotta realizzata in cemento e dall' arco rovescio realizzato in cemento armato (costruito in una seconda fase, a seguito di alcuni dissesti/cedimenti che la galleria ha subito dopo la sua realizzazione). Le analisi svolte,ante operam , tengono conto, delle fasi di scavo per la realizzazione della galleria ferroviaria stessa, considerando come caratteristiche dell'ammaso i valori geomeccanici determinati dalla campagna di indagini geognostica 2008.

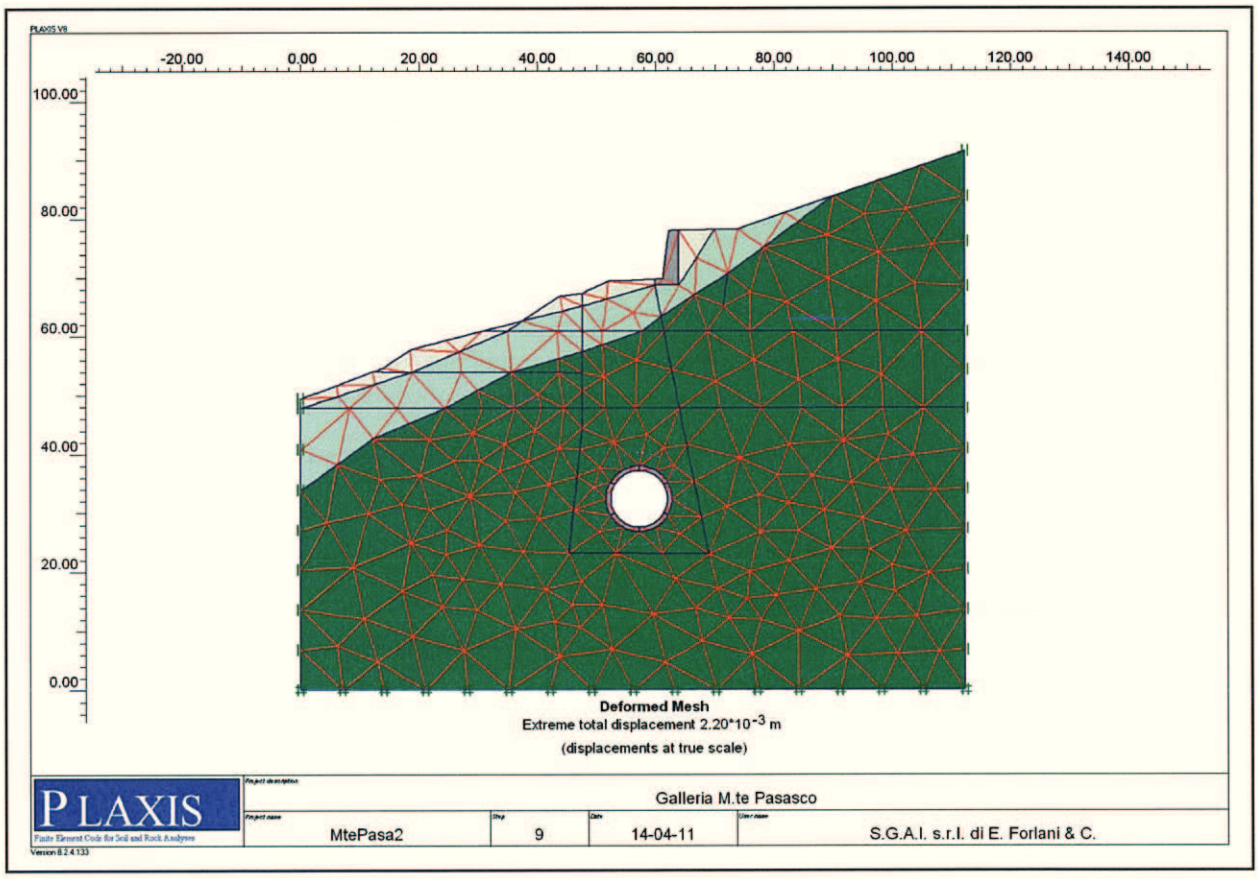


Figura 0-6: Condizioni ante operam

L'analisi condotta evidenzia la stabilità del cavo e lo stato tensionale entro i margini di sicurezza.

Gli interventi successivi al primo scavo (esecuzione dell'arco rovescio), mostrano un possibile decadimento dei parametri geomeccanici, come evidenziato dall'anello plastico di seguito riportato.

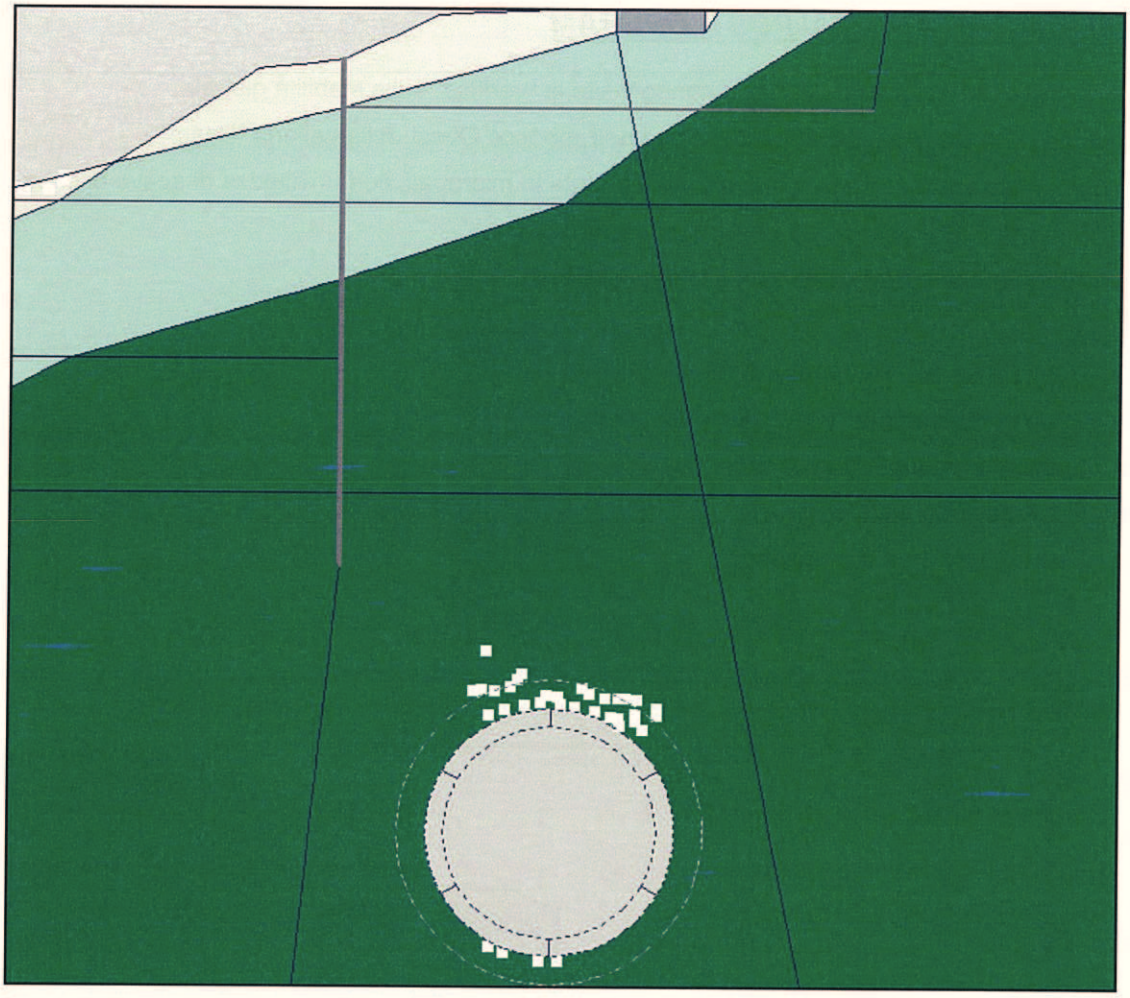


Figura 0-7: Zone plastiche (dettagli nell'intorno del cavo)

1.7 VERIFICA DI STABILITA' POST- OPERAM

Le analisi condotte mediante plaxis hanno insite la "verifica" sulla stabilità globale.

La zona di studio prevede la realizzazione dell'imbocco Ovest della galleria "Basci".

In particolare verrà realizzata una paratia tirantata in micropali, con un'altezza di scavo di circa 20m.

Gli step di calcolo prevedono quindi le seguenti fasi:

1) Realizzazione della paratia in micropali;
2) Scavi di ribasso per l'esecuzione dei tiranti;
3) Scavo fino a quota di progetto;
4) Realizzazione della galleria;
5) Esercizio del traffico in galleria.

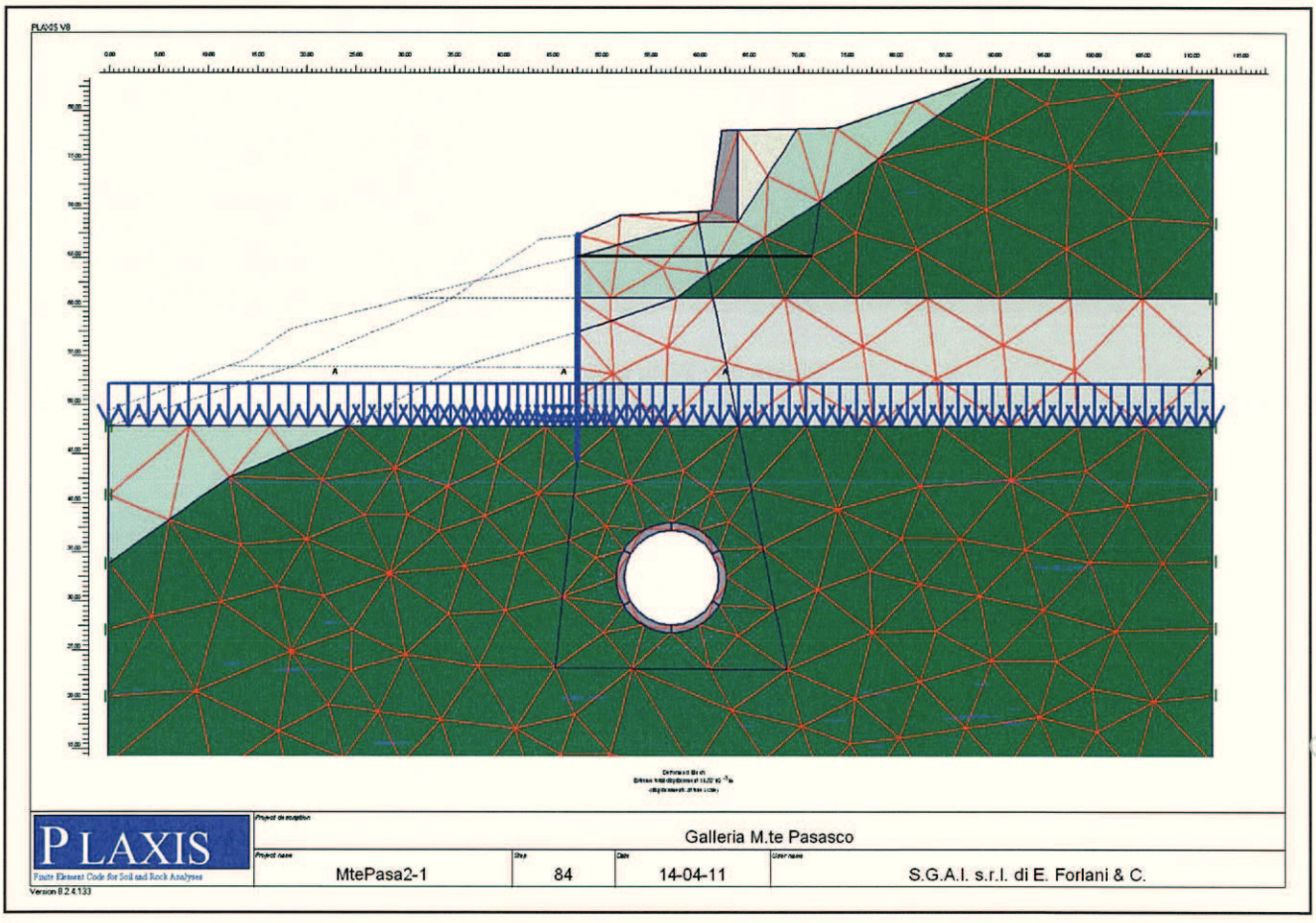


Figura 0-8: Condizioni post-operam

La realizzazione dello scavo dell'imbocco Ovest della galleria "Basci" e il successivo scavo della stessa mostrano galleria, evidenziano una decompressione del terreno e quindi un relativo rilascio tensionale dovuto appunto alla rimozioni di un modesto volumedi terreno rimosso per la realizzazione dell'opera.

Tale scarico comporta sulla galleria ferroviaria "Monte Pasasco" uno stato tensionale di trazione come illustrato nelle figure sottostanti.

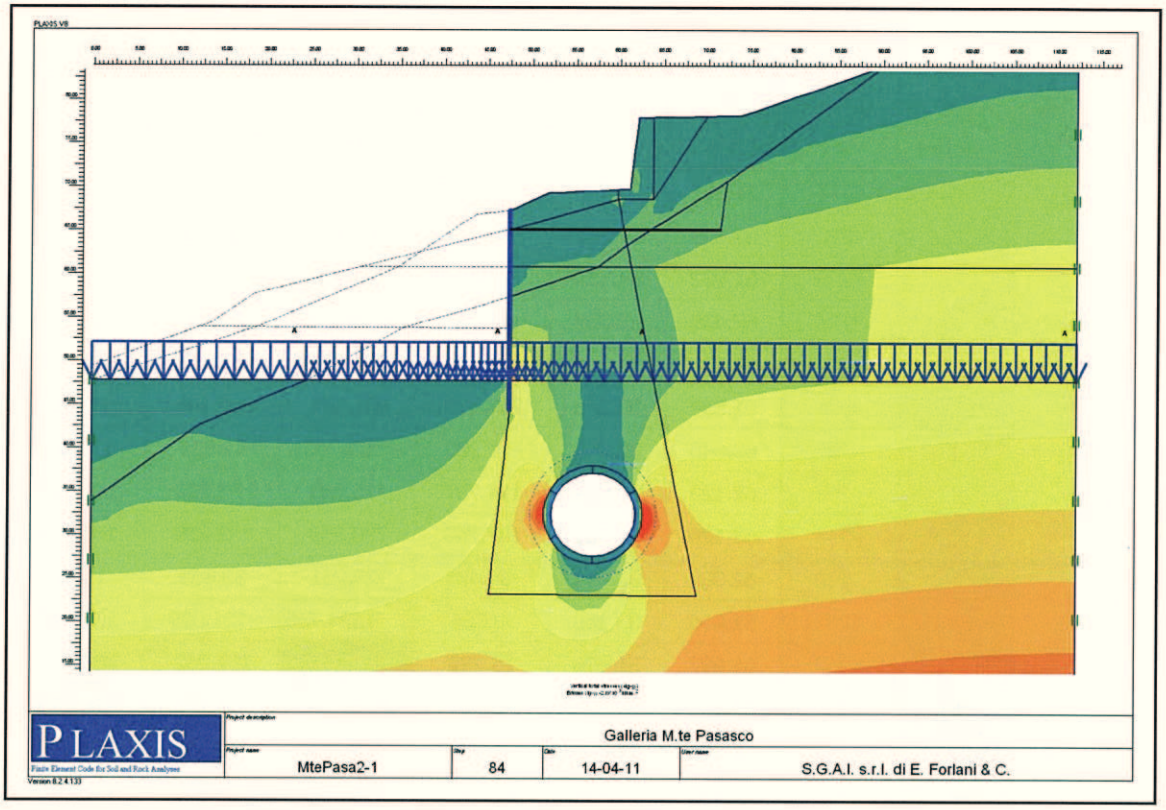


Figura 0-9: Stato tensionale della galleria "Monte Pasasco" indotto dalla realizzazione delle opere

In particolare si verifica uno stato tensionale di trazione sui "Reni" della galleria ferroviaria (lo stato deformativo tende ad ovalizzare la galleria in direzione verticale), dovuto ad un rilascio elastico del terreno.

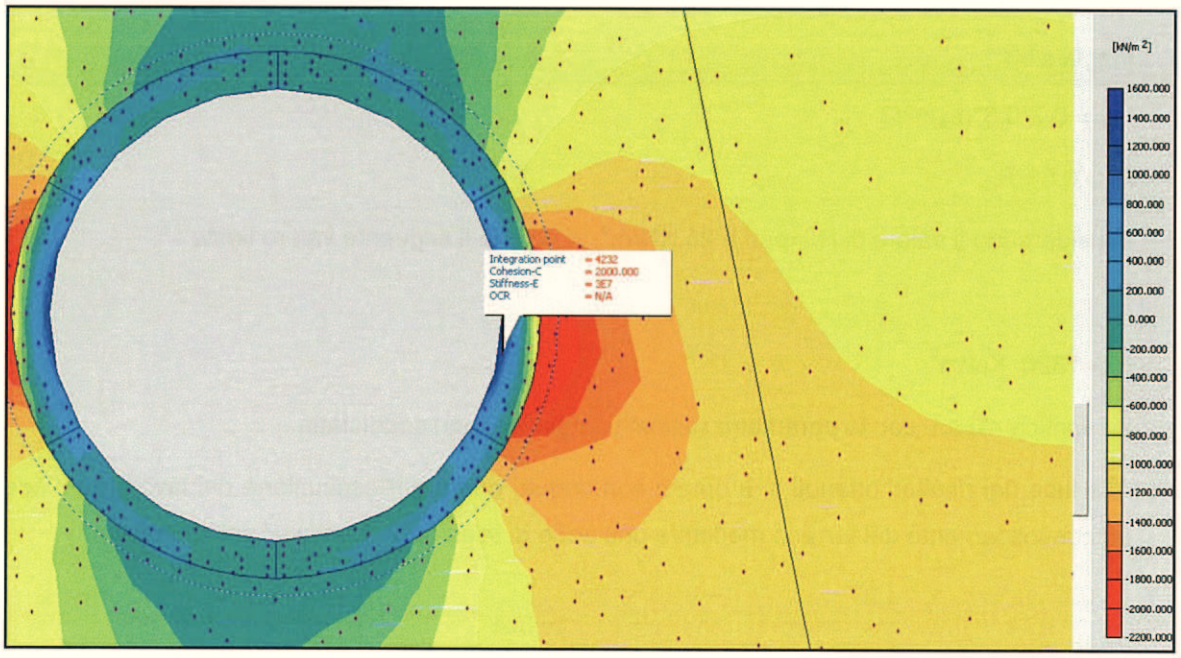


Figura 0-10: Stato tensionale della galleria "Monte Pasasco" indotto dalla realizzazione delle opere

L'analisi condotta sui alcuni "Punti Critici" (come illustrato in figura 1-10) ha evidenziato che lo stato tensionale di trazione risulta essere il seguente:

Cluster	Soil Element	Stress Point	X [m]	Y [m]	σ_{xx} [kN/m^2]	σ_{yy} [kN/m^2]	σ_{xy} [kN/m^2]	σ_{zz} [kN/m^2]	Status
		4221	61.823	34.885	-178.255	57.129	129.652	-21.803	Elastic
		4222	61.599	34.761	-66.765	253.781	16.391	33.663	Elastic
		4223	61.932	34.154	1.389	274.072	31.790	49.583	Elastic
		4224	62.438	33.337	-64.367	-259.112	129.865	-58.226	Elastic
	353	4225	61.538	34.344	142.472	536.997	-239.282	122.304	Elastic
	Cls	4226	61.539	30.343	203.370	801.407	360.145	180.860	Elastic
		4227	62.648	32.345	-10.380	-964.755	43.027	-175.524	Elastic
		4228	62.123	32.984	114.787	715.033	-75.703	149.368	Elastic
		4229	62.126	31.701	107.749	770.259	133.339	158.041	Elastic
		4230	62.387	32.341	-34.431	-29.251	33.859	-11.463	Elastic
		4231	61.896	33.160	-3.386	1324.755	-121.029	237.847	Elastic
		4232	61.897	31.528	16.739	1453.896	157.262	264.714	Elastic
		4233	61.991	30.822	-0.976	557.364	70.573	100.150	Elastic
		4234	62.458	31.656	77.784	-229.928	-88.669	-27.386	Elastic
		4235	62.450	33.029	56.937	-206.341	168.895	-26.893	Elastic
		4236	61.984	33.859	-55.596	478.106	6.481	76.052	Elastic

Figura 0-11: Valore massimo di trazione della galleria Ferroviaria "Monte Pasasco"

Eseguendo una verifica a fessurazione secondo il D.M. 2008 si ottengono i seguenti risultati:

$\sigma_t = f_{ctm}/1.2$

$f_{ctm} = 0.7*0.3*(f_{ck})\text{^}2/3$

$f_{ck} = 0.83*R_{ck}$

considerando il valore di R_{ck} pari a 25 KN/m^3, si ottiene il seguente valore limite :

$\sigma_t = 1320$ KN/m^2

La verifica risulta, con le parametrizzazioni cautelative, non soddisfatta.

Alla luce dei risultati ottenuti si è optato comunque, prima dell'esecuzione dei lavori, per l'esecuzione di un consolidamento del terreno mediante una serie di iniezioni e "cuciture" dell'ammasso.

1.7.1 Dettaglio dell'intervento

Per garantire una maggiore stabilità ed una sostanziale riduzione dei cedimenti e dello stato tensionale sulla galleria ferroviaria "Monte Pasasco" si è optato di eseguire opere di consolidamenti in corrispondenza dell'intersezione tra la galleria "Basci" e l'attuale galleria ferroviaria "Pasasco" come illustrato nella figura 1.12.

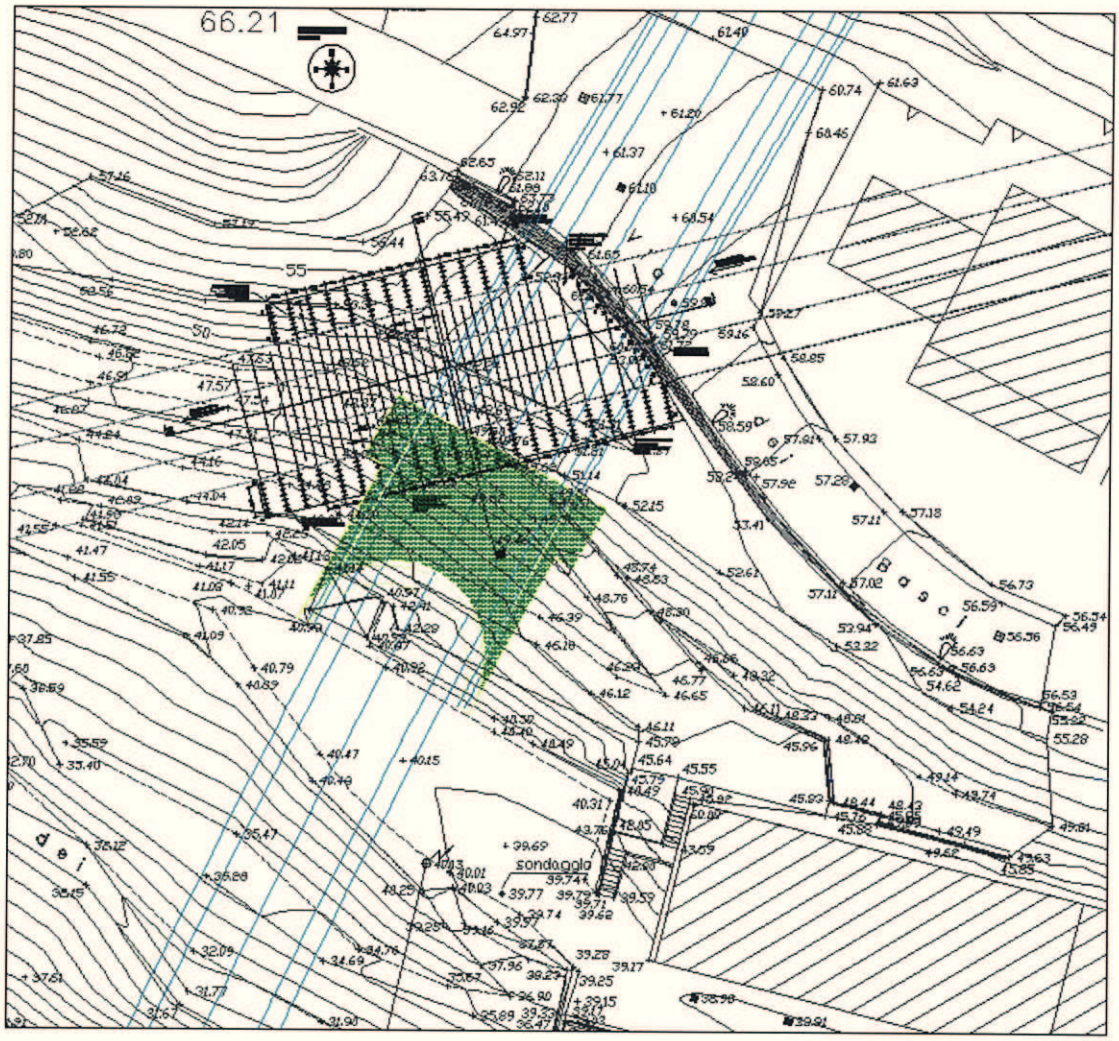


Figura 0-12 : Planimetria con individuazione della galleria ferroviaria "Pasasco".

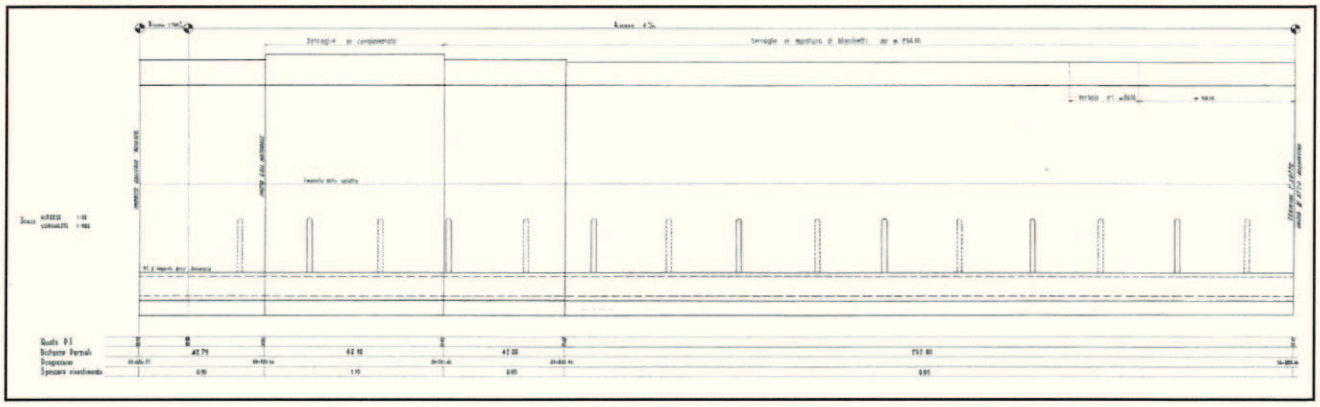


Figura 0-13: Progetto galleria FFSS "Pasasco" – Profilo

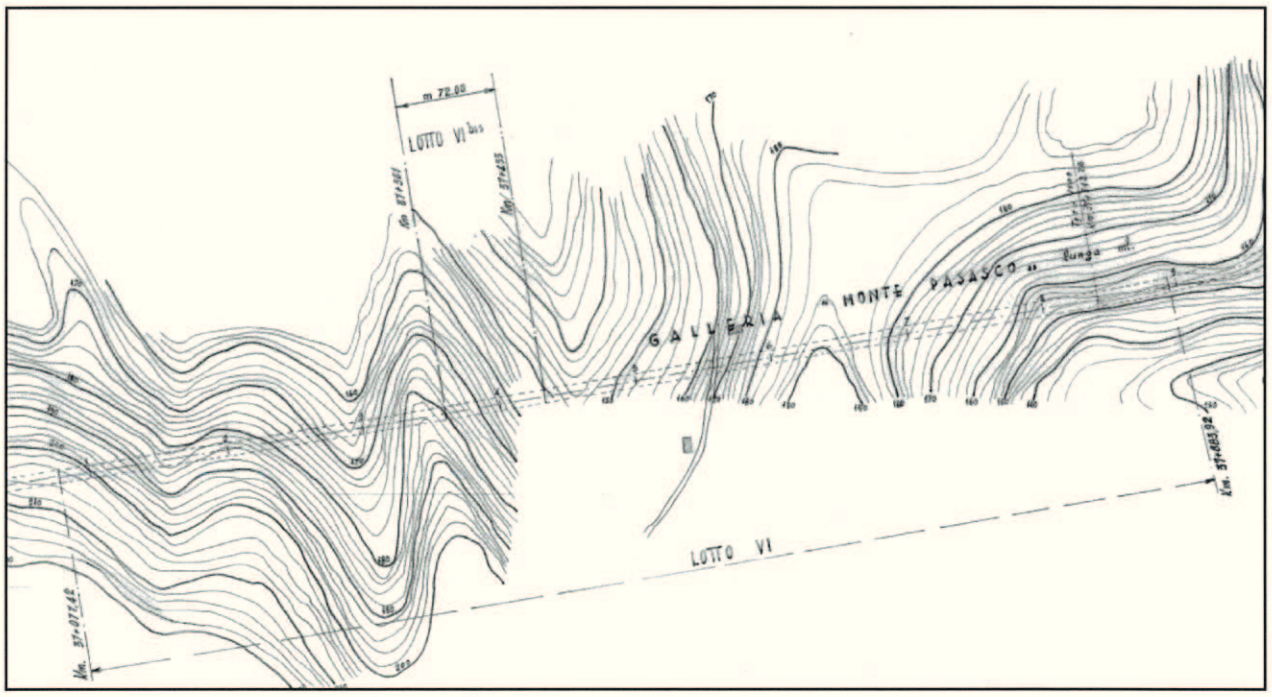


Figura 0-14: Progetto galleria FFSS "Pasasco" – Planimetria

1.7.2 *Intervento di consolidamneto mediante tubi in vtr*

Per la riduzione dei cedimenti si è optato per una serie di consolidamenti realizzati mediante iniezioni tramite tubi in VTR a valle del muro di contenimento di Via Dei Basci.

I tubi in VTR hanno un diametro di 70mm di lunghezza pari a 22m, dotati di 5 cavità per l'iniezione della malta e sono manicottabili, come illustrato nella figura 4.9.

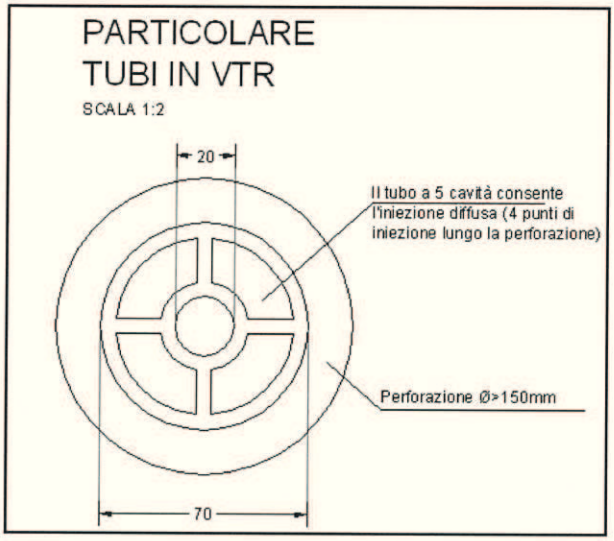


Figura 0-15: Particole del tubo in VTR per i consolidamenti della galleria ferroviaria FFSS "Pasasco"

Il consolidamento prevede l'iniezione della malta attraverso file di 7 VTR con passo 0,40m, disposte a interasse di di 1.50m su due file come è possibile vedere nella figura sottostante.

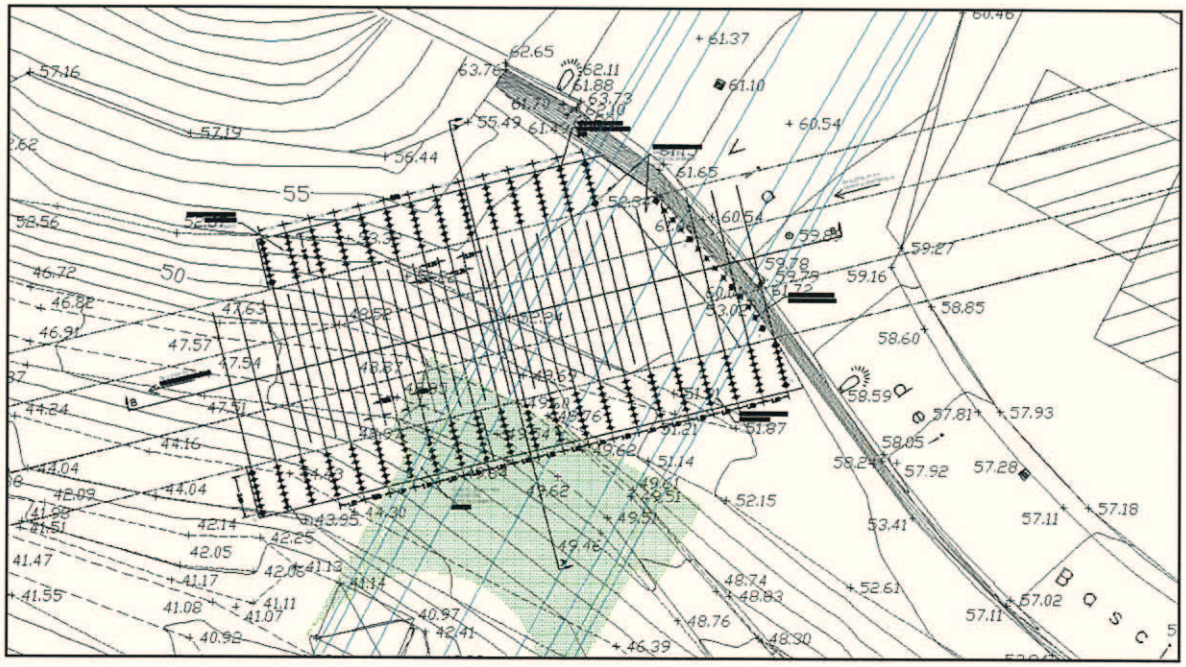


Figura 0-16: Particolare delle file per le iniezioni tramite tubi in VTR per i consolidamenti - Planimetria

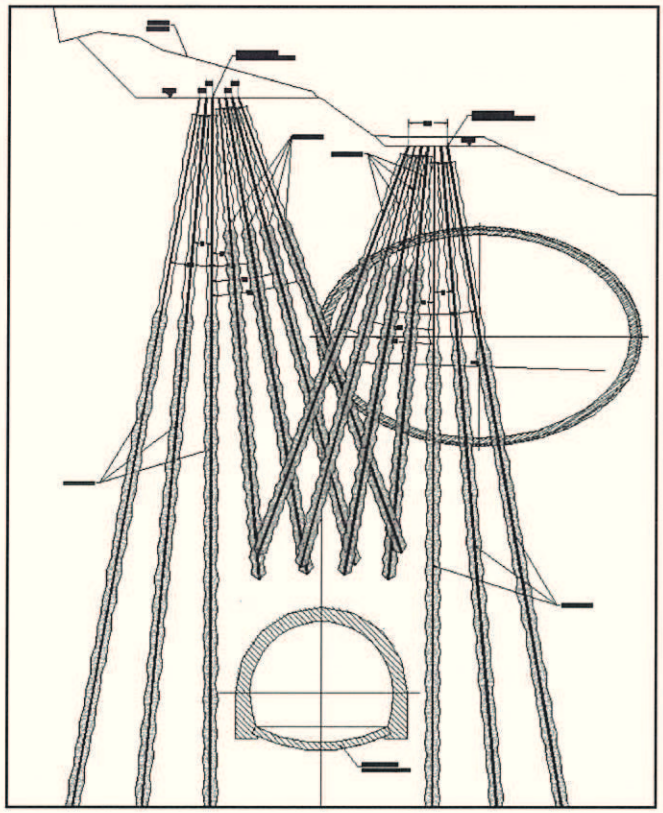


Figura 0-17: Particolare delle file per le iniezioni tramite tubi in VTR per i consolidamenti - Sezione

Per le quote di esecuzione e la disposizione delle file di tubi in VTR si rimanda ai relativi elaborati grafici.

1.7.3 Fasi esecutive

La realizzazione degli interventi di consolidamento prevede le seguenti fasi:

1) Realizzazione delle aree per l'intervento delle iniezioni per il consolidamento
2) Realizzazione delle perforazioni Ø >150mm per il consolidemento del terreno/roccia mediante tubi cavi Ø 70mm in VTR secondo le geometrie di progetto;
3) Definizione della pressione di iniezione della malta cementizia:
   - Iniezione di acqua con pressione di 10 bar;
   - Verifica di eventuali perdite di pressione;
   - Verifica di infiltrazioni allìinterno della galleria FFSS "Pasasco";
   - Posizionamento ed iniezione a pressione con armatura mediante tubi cavi a 5 cavità in VTR.

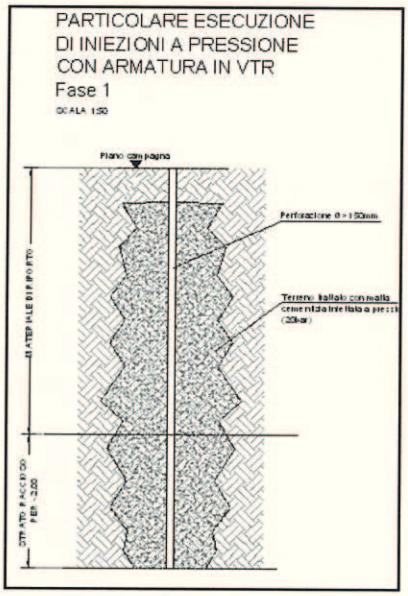
1.7.4 *Esecuzione dei consolidamenti mediante tubi in vtr*

1) Fase 1: Perforazione Ø>150mm secondo le geometrie di progetto a completo attraversamento del materiale di riporto fino a raggiungimento di circa 2 metri nell'ammasso roccioso.

2) Fase 2: Prima iniezione di malta cementizia a perssione di 20 bar per preconsolidamento dello strato alterato.

3) Fase 3: Riperforazione Ø>150mm secondo le geometrie di progetto per completo inserimento dei tubi cavi a 5 cavità in VTR

4) Fase 4: iniezione a pressione mediante tubi cavi a 5 cavità in VTR (20 bar)



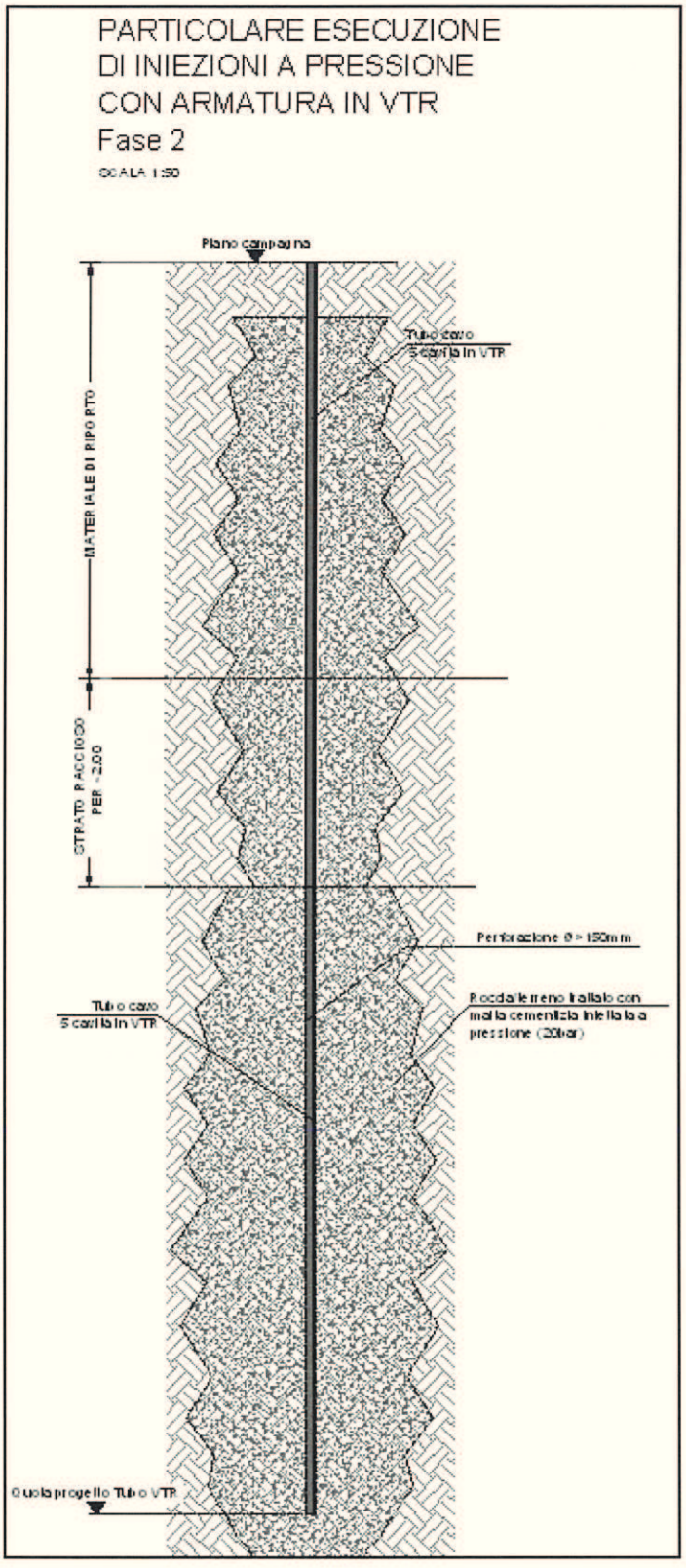


Figura 0-18: Particolare fasi esecutive consolidamenti mediante tubi in VTR

1.7.5 Caratteristiche dei materiali

Per la progettazione delle opere di consolidamento in oggetto, si sono utilizzati i seguenti materiali:

TUBI IN VETRORESINA

Tubi a cavità multipla (5 cavità) in resina di poliestere termoindurente rinforzata con fibra di vetro ad aderenza migliorata. Diametro di perforazione ≥ 150 mm. Diametro esterno Ø 70 mm. Diametro interno Ø 20 mm.

Caratteristiche meccaniche dei tubi in vetroresina

a) Contenuto fibra di vetro in peso >60%

b) Peso specifico 2.0 g/cc

c) Peso totale ca. 3,4 Kg/mt

d) Resistenza a flessione 600 MPa

e) Resistenza a taglio 120 MPa

f) Modulo elastico 35000 MPa

MISCELA CEMENTIZIA PER TUBI IN VTR

- resistenza a 48 ore >= 5 MPa

1.7.6 *Verifica di stabilita' post operam con interventi in vtr*

Gli step di calcolo prevedono quindi le seguenti fasi:

1) Realizzazione del consolidamento mediante barre in VTR;
2) Realizzazione della paratia in micropali;
3) Scavi di ribasso per l'esecuzione dei tiranti;
4) Scavo fino a quota di progetto;
5) Realizzazione della galleria;
6) Esercizio del traffico in galleria (è stato considerato un sovraccarico di 10 KN/mq).

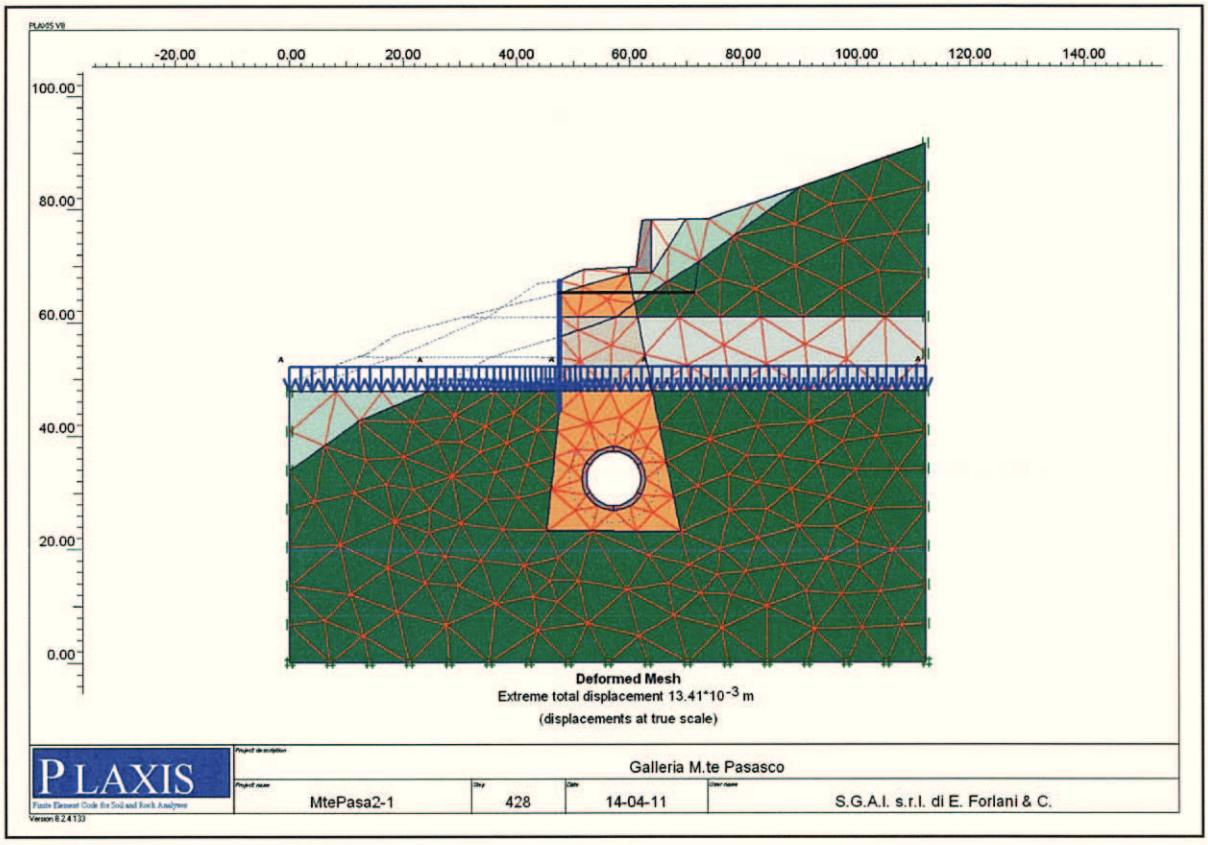


Figura 0-19: Condizioni post-operam con consolidamenti in VTR

Per la modellazione della galleria e dei consolidamenti e per i dettagli dell'intervento si rimanda ai seguenti elaborati:

- PE12_GN-L10-010-RE.01_1-Tecn - INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO FF.SS. GALLERIA PASASCO - RELAZIONE TECNICA

- PE12-GN-L10-010-PL.01_1-Plan - GALLERIA BASCI - INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO FF.SS. GALLERIA PASASCO – PLANIMETRIA
- PE12-GN-L10-010-SZ.01_1-Sez - INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO FF.SS. GALLERIA PASASCO – SEZIONI
- PE12-GN-000-330-RE_01_1-Subsid interferenze Fabbricati - Relazione di Calcolo sulla Valutazione delle Subsidenze indotte e degli Effetti sulle Opere in Superficie e Schede di Interferenza

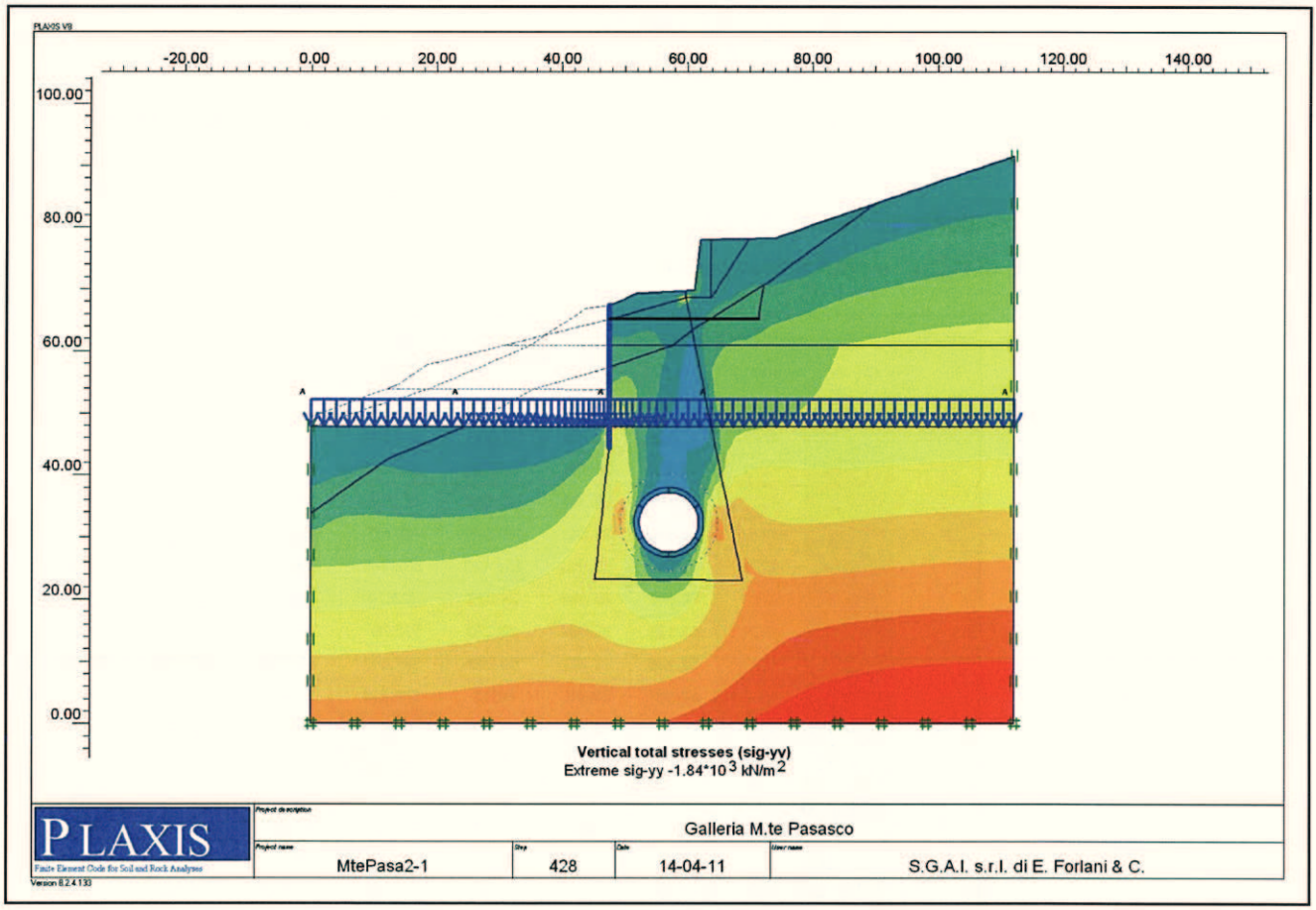


Figura 0-20: Stato tensionale della galleria "Monte Pasasco" indotto dalla realizzazione delle opere con interventi in VTR

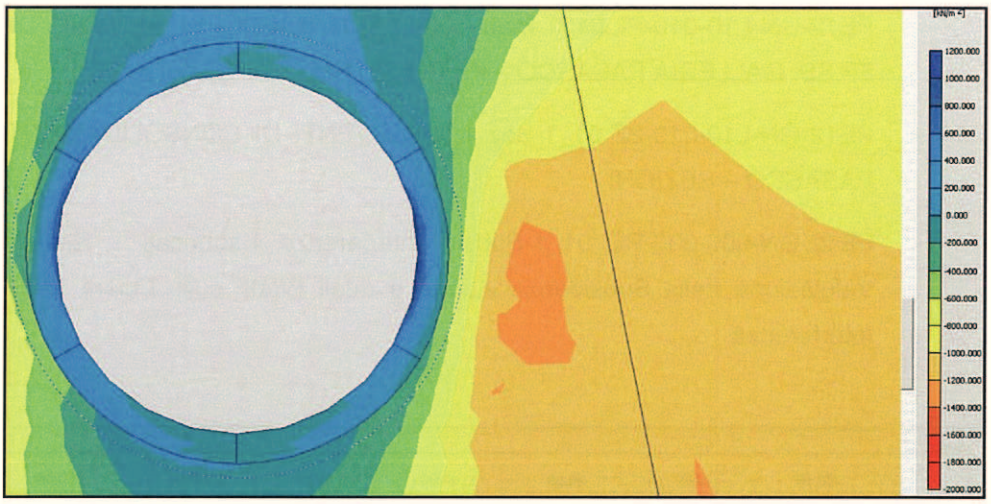


Figura 0-21: Stato tensionale della galleria "Monte Pasasco" indotto dalla realizzazione delle opere con interventi in VTR

L'analisi condotta sui alcuni "Punti Critici" (come illustrato in figura 1-8) ha evidenziato che lo stato tensionale di trazione risulta essere il seguente:

Cluster	Soil Element	Stress Point	X [m]	Y [m]	σ_{xx} [kN/m^2]	σ_{yy} [kN/m^2]	σ_{xy} [kN/m^2]	σ_{zz} [kN/m^2]	Status
		4221	61.823	34.885	-58.598	168.638	-1.193	19.807	Elastic
		4222	61.599	34.761	10.108	303.083	-74.846	56.374	Elastic
		4223	61.932	34.154	52.512	331.475	-47.253	69.118	Elastic
		4224	62.438	33.337	-17.057	59.106	38.842	7.569	Elastic
	353	4225	61.538	34.344	136.079	499.675	-227.155	114.436	Elastic
	Cls	4226	61.539	30.343	151.420	582.943	268.958	132.185	Elastic
		4227	62.648	32.345	24.023	-323.741	8.281	-53.949	Elastic
		4228	62.123	32.984	76.270	593.267	-66.440	120.517	Elastic
		4229	62.126	31.701	69.045	587.447	88.973	118.169	Elastic
		4230	62.387	32.341	8.316	172.614	11.990	32.567	Elastic
		4231	61.896	33.160	1.829	933.334	-99.401	168.329	Elastic
		4232	61.897	31.528	19.133	975.216	113.091	178.983	Elastic
		4233	61.991	30.822	8.560	429.555	71.110	78.861	Elastic
		4234	62.458	31.656	66.897	29.690	-47.042	17.385	Elastic
		4235	62.450	33.029	45.387	93.608	68.107	25.019	Elastic
		4236	61.984	33.859	0.081	462.223	-58.373	83.215	Elastic

Figura 0-22: Valore massimo di trazione della galleria Ferroviaria "Monte Pasasco"con interventi in VTR

Eseguendo una verifica a fessurazione secondo il D.M. 2008 si ottengono i seguenti risultati:

$\sigma_t = f_{ctm}/1.2$

$f_{ctm} = 0.7*0.3*(f_{ck})\text{^}2/3$

$f_{ck} = 0.83*R_{ck}$

considerando il valore di R_{ck} pari a 25 KN/m^3, si ottiene il seguente valore limite :

$\sigma_t = 1320$ KN/m^2

La verifica risulta soddisfatta.

PUNTO I.B - MONITORAGGIO DELLA GALLERIA FERROVIARIA"MONTE PASASCO"

Prescrizione di Carattere Tecnico Progettuale

...per quanto riguarda l'attraversamento superiore della galleria ferroviaria "Monte Pesasco", in corrispondenza del km 35+052, della linea Genova-Ventimiglia (progressiva 3+866,45 di progetto) si dovrà attivare un adeguato monitoraggio a carico della galleria ferroviaria durante tutta la fase di escavazione del tunnel stradale...

Per quanto riguarda il monitoraggio della galleria ferroviaria "Monte Pasasco" in fase di realizzazione delle opere di imbocco e della galleria stradale si rimanda ai seguenti elaborati:

1) PE-12GN-L09-010-RE-01_2-Monitor - GALLERIA BASCI - RELAZIONE TECNICA PER IL MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA
2) PE-12GN-L07-020-PL-01_2_Monitor - GALLERIA BASCI – PLANIMETRIA DI MONITORAGGIO
3) PE-12GN-L10-010-PL.01_2- INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO FFSS GALLERIA PASASCO-PLANIMETRIA
4) PE-12GN-L10-010-SZ.01_2- INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO FFSS GALLERIA PASASCO-SEZIONI

Gli stessi sono stati convenuti con l'Ente RFI durante alcune riunioni convocate al fine di condividere le scelte progettuali oltre che di monitoraggio (vd. corrispondenza ATI allegata prot. 0755-DCI-2010 del 28/05/2010, 1087-DCI-2010 del 02/08/2010 e 1111-DCI-2010 del 04/08/2010).

PUNTO I.c - CONTRADDITTORIO SULLO STATO CONSERVATIVO DEL RIVESTIMENTO DELLA GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO"

Prescrizione di Carattere Tecnico Progettuale

...prima dell'inizio dei lavori, è necessario un contraddittorio circa lo stato conservativo del rivestimento della galleria ferroviaria corredato di relativo servizio fotografico...

E' stato convenuto con l'Ente RFI, durante alcune riunioni citate anche ai p.ti precedenti, che il contraddittorio sarebbe stato eseguito prima dell'esecuzione dei lavori ed a valle della consegna delle aree da parte del Committente ANAS (vd. corrispondenza ATI allegata prot. 0755-DCI-2010 del 28/05/2010, 1087-DCI-2010 del 02/08/2010 e 1111-DCI-2010 del 04/08/2010).

PUNTO II - VIADOTTO LA RUSCA – ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO

Prescrizione di Carattere Tecnico Progettuale

...In merito al viadotto "La Rusca" che sovrappassa la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, in corrispondenza del km 37+800, e Savona Torino, il progetto esecutivo dovrà contenere un dettagliato programma dei lavori interferenti con la circolazione ferroviaria, che dovrà essere redatto sulla base delle disponibilità che verranno indicate da RFI...

Il varo del viadoto La Rusca è stato studiato per ridurre al minimo le interferenze con la circolazione ferroviaria. E' stato considerato, infatti, un varo con avambecco a spinta longitudinale, in cui le pile provvisorie necessarie per l'avanzamento ricadono in zona esterna al fascio di binari.

Per il dettaglio delle modalità di varo e il cronoprogramma dei lavori tenendo conto delle esigenze di RFI si fa riferimento ai seguenti elaborati:

1) PE02-TA-000-040-CP.01_2 – Cronoprogramma
2) PE11-VI-B01-340-RE.01_2-rel.Varo
3) PE11-VI-B01-SC.01-02_2-Fasi di varo

Anche per questo punto la scrivente ha comunicato all'Ente RFI la programmazione delle tempistiche del varo del viadotto in oggetto, nonché una metodologia di varo.

I suddetti dati, essendo ovviamente dipendenti dalla consegna delle aree da parte del Committente oltre che dalla scelta delle modalità costruttive del varo, non potranno che essere aggiornati a valle della consegna delle aree stesse ed a valle del progetto costruttivo del viadotto in oggetto.

Ad ogni modo, sulla base di una programmazione dei lavori, sono stati comunicati alcuni dati, che ovviamente sono da aggiornarsi sulla data effettiva di consegna dei lavori (vd. corrispondenza ATI allegata prot. 0755-DCI-2010 del 28/05/2010, 1087-DCI-2010 del 02/08/2010 e 1111-DCI-2010 del 04/08/2010).

PUNTO III

Prescrizione di Carattere Tecnico Progettuale

...Dovranno essere precisate le interferenze (dimensionali e tipologiche) della nuova infrastruttura viaria con le gallerie ferroviarie della sede dimessa nonché di quelle relative agli svincoli in sponda destra del torrente Letimbro...

1.8 A - INTERFERENZE CON GALLERIE FERROVIARIE SEDE DISMESSA

1) PE19- IN-000-010- RE_01-2 RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE INTERFERENZE
2) PE12-GN-D05-015-CA.01_2-DimaAttacco – GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST CARPENTERIA DIMA E CONCIO D'ATTACCO - CONSOLIDAMENTO E FASI DI SCAVO - TAV. 1/2
3) PE12-GN-D05-015-CA.02_2-DimaAttacco – GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST - CARPENTERIA DIMA E CONCIO D'ATTACCO - CONSOLIDAMENTO E FASI DI SCAVO - TAV. 2/2
4) PE12-GN-D05-015-CA.03_2-DimaAttacco - GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST - CARPENTERIA DIMA E CONCIO D'ATTACCO - FASI ESECUTIVE - TAV. ½
5) PE12-GN-D05-015-CA.04_2-DimaAttacco - GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST - CARPENTERIA DIMA E CONCIO D'ATTACCO - FASI ESECUTIVE - TAV. 2/2
6) PE12-GN-D05-080-PC.01_2-Fase Costr - GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST – SVILUPPATA PARATIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
7) PE12-GN-000-070-CS.01 - 06_2-Sez-C2-Scavo1 .- OPERE D'ARTE MAGGIORI - GALLERIE NATURALI - SEZIONI TIPO DI SCAVO E MONITORAGGIO - SEZIONE TIPO C2 - CONSOLIDAMENTO E SCAVO - TAV. 1/6 – 6/6.
8) PE12-GN-000-071-CS.01 - 06_2-Sez-C3-Scavo1 - OPERE D'ARTE MAGGIORI - GALLERIE NATURALI - SEZIONI TIPO DI SCAVO E MONITORAGGIO - SEZIONE TIPO C3 - CONSOLIDAMENTO E SCAVO - TAV. 1/6 – 6/6.
9) PE12-GN-000-072-CS.01 – 02 _2-Sez-C4-Scavo1 - OPERE D'ARTE MAGGIORI - GALLERIE NATURALI - SEZIONI TIPO DI SCAVO E MONITORAGGIO - SEZIONE TIPO C4 - CONSOLIDAMENTO E SCAVO - TAV. 1/2 – 2/2.
10) PE12-GN-G02-080-PC.01_2-Fase Costr - GALLERIA SAN PAOLO – IMBOCCO OVEST – SVILUPPATA PARATIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
11) PE12-GN-D05-040-PL.01_2- GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST – INTERVENTI CONSOLIDAMENTO MURO AD ARCO-PLANIMETRIA E PROFILO DI INTERVENTO
12) PE12-GN-D05-040-SZ.01_2- GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST – INTERVENTI CONSOLIDAMENTO MURO AD ARCO- SEZIONI TRASVERSALI

1.9 B - INTERFERENZE SVINCOLI IN SPONDA DESTRA LETIMBRO

Le interferenze degli svincoli in sponda destra del torrente Letimbro sono state evidenziate ed elaborate nei seguenti elaborati:

1) PE19- IN-000-010- RE.01_2 - RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE INTERFERENZE
2) PE19- IN-000-020- PL.01_2 - PLANIMETRIA DELLE INTERFERENZE DAL Km 0+000 Al Km 2+000
3) PE19- IN-000-020- PL.02_2 - PLANIMETRIA DELLE INTERFERENZE DAL Km 2+000 Al Km 3+800
4) PE19- IN-000-020- PL.03_2 - PLANIMETRIA DELLE INTERFERENZE DAL Km 3+800 Al Km 5+136,90
5) PE19- IN-000-030- PR.01_2 – PROGETTO DI INTERVENTO DI RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

PUNTO IV – ELIMINAZIONE SVINCOLO PUNTA MARGONARA

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

…dovrà essere eliminato lo svincolo "Punta Margonara" (poco distante dallo svincolo "Miramare"), che si sviluppa a ridosso della linea di costa e la cui realizzazione comporterebbe un'ulteriore compromissione della collinosa fascia verde retro stante che, seppur in parte degradata, è ancora paesaggisticamente recuperabile…

Prescrizione già recepita nel progetto definitivo a base di gara.

PUNTO V – ESECUZIONE RICOGNIZIONI ARCHEOLOGICHE

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

…dovranno essere eseguite ricognizioni archeologiche preventive con indagine diretta sul territorio oggetto d'interventi, compresa una fascia di rispetto da determinarsi con particolare attenzione alle aree maggiormente indiziate dai dati desunti dalla toponomastica, geomorfologia e cartografia storica e comprese le aree destinate a deposito degli inerti di risulta dallo scavo delle gallerie e delle numerose opere accessorie…

Onere a carico ANAS.

Gli elaborati di P.E. relativi all'archeologia, ai quali si rimanda, recepiscono quanto trasmesso dal Committente ANAS relativamente alle indagini eseguite dalla stessa.
Si riporta a seguire elenco corrispondenza intercorsa in merito:

- 0698-DCI-2010 del 12/05/2010
- CGE-0005827-P del 03/06/2010
- 0851-DCI-2010 del 18/06/2010
- CGE-0006655-P del 25/06/2010
- CGE-0008750-P del 30/08/2010
- 1303-DCI-2010 del 08/10/2010

Si riporta a seguire elenco elaborati di riferimento sopra citati:

1) PE06- AR-000-010- RE.01_2 - RELAZIONE ARCHEOLOGICA
2) PE06- AR-000-020- PL.01_2 - PLANIMETRIA ARCHEOLOGICA

PUNTO VI – ESECUZIONE DI PROSPEZIONI GEOMORFOLOGICHE NON DISTRUTTIVE

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere eseguite prospezioni geomorfologiche non distruttive con impiego combinato dei metodi magnetometrico, geo-elettrico e georadar sui tracciati in aperto, eventualmente da integrarsi con analisi mícromorfologíche e datazioni radiometriche...

Onere a carico ANAS.

Gli elaborati di P.E. relativi all'archeologia, ai quali si rimanda, recepiscono quanto trasmesso dal Committente ANAS relativamente alle indagini eseguite dalla stessa.
Si riporta a seguire elenco corrispondenza intercorsa in merito:

- 0698-DCI-2010 del 12/05/2010
- CGE-0005827-P del 03/06/2010
- 0851-DCI-2010 del 18/06/2010
- CGE-0006655-P del 25/06/2010
- CGE-0008750-P del 30/08/2010
- 1303-DCI-2010 del 08/10/2010

Si riporta a seguire elenco elaborati di riferimento sopra citati:

1) PE06- AR-000-010- RE.01_2 - RELAZIONE ARCHEOLOGICA

2) PE06- AR-000-020- PL.01_2 - PLANIMETRIA ARCHEOLOGICA

PUNTO VII – ESECUZIONE DI VERIFICHE DI CONTROLLO

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere eseguite verifiche di controllo mediante sondaggi e saggi di scavo stratigrafico a seconda che le risultanze derivanti dalle indagini sopra dettagliate abbiano restituito tracce di strutture o stratigrafie archeologiche oppure risultino particolarmente indiziate come aree di possibile reperimento delle stesse...

Onere a carico ANAS.

Gli elaborati di P.E. relativi all'archeologia, ai quali si rimanda, recepiscono quanto trasmesso dal Committente ANAS relativamente alle indagini eseguite dalla stessa.
Si riporta a seguire elenco corrispondenza intercorsa in merito:

- 0698-DCI-2010 del 12/05/2010
- CGE-0005827-P del 03/06/2010
- 0851-DCI-2010 del 18/06/2010
- CGE-0006655-P del 25/06/2010
- CGE-0008750-P del 30/08/2010
- 1303-DCI-2010 del 08/10/2010

Si riporta a seguire elenco elaborati di riferimento sopra citati:

1) PE06- AR-000-010- RE.01_2 - RELAZIONE ARCHEOLOGICA
2) PE06- AR-000-020- PL.01_2 - PLANIMETRIA ARCHEOLOGICA

PUNTO VIII - SPECIFICHE SU SISTEMAZIONI A VERDE E MATERIALI DI FINITURA DA UTILIZZARE PER TUTTI GLI SVINCOLI, GLI INNESTI DELLE GALLERIE NATURALI E ARTIFICIALI E IL PONTE SUL SANSOBBIA

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere fornite specifiche su sistemazioni a verde e materiali di finitura da utilizzare per tutti gli svincoli, gli innesti delle gallerie naturali e artificiali, il ponte sul Sansobbia e sul Rio Termine...

Sono stati preparati specifici elaborati (vedere elenco elaborati seguente) che descrivono le sistemazioni a verde e i materiali di finitura.

Si rimanda agli elaborati di cui alla tabella seguente:

PE	02	TA	0	00	110	ST	01	2	Specifiche Tecniche Architettoniche
PE	17	PA	0	00	040	PL	01	2	Planimetria degli interventi
PE	17	PA	0	00	050	PL	01	2	Planimetria Opere a verde - Svincolo Letimbro
PE	17	PA	0	00	050	PL	02	2	Planimetria Opere a verde - Svincolo Miramare
PE	17	PA	0	00	050	PL	03	2	Planimetria Opere a verde - Svincolo Sansobbia
PE	17	PA	0	00	050	PL	04	2	Planimetria Opere a verde - Imbocchi Gallerie 1/2
PE	17	PA	0	00	050	PL	05	2	Planimetria Opere a verde - Imbocchi Gallerie 2/2
PE	17	PA	0	00	050	PL	06	2	Planimetria Opere a verde - Area Rio Basci
PE	17	PA	0	00	060	PL	01	2	Fotoinserimenti

PUNTO IX - FOTOMONTAGGI LUNGO IL TRACCIATO FUORI TERRA CON PUNTI DI VISTA AD ALTEZZA UOMO O LIVEMENTE RIALZATI

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere realizzati fotomontaggi lungo il tracciato fuori terra con punti di vista ad altezza uomo o lievemente rialzati (ad integrazione di quelli già proposti nel definitivo, realizzati su foto aeree)...

E' stata preparata un'opportuna tavola in cui sono stati riportati una serie di fotomontaggi relativi agli svincoli.

Si rimanda agli elaborati di cui alla tabella seguente:

PE	17	PA	0	00	060	PL	01	2	Fotoinserimenti

PUNTO X - SPECIFICHE SU STRADA SU SPONDA DESTRA DEL SANSOBBIA, PREVISTA COME CONNESSIONE DELLO SVINCOLO "SANSOBBIA" CON LA VIABILITA' ORDINARIA (LARGHEZZA, QUOTE E DISTANZE DALL'ALVEO)

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere fornite specifiche su strada di sponda destra del Sansobbia, prevista come connessione dello svincolo "Sansobbia" con la viabilità ordinaria (larghezza, quote e distanze dall'alveo)...

La Rampa F è una strada di connessione tra lo svincolo Sansobbia (Rotatoria in sponda destra), e la viabilità ordinaria. In base ai volumi di traffico previsti e considerata la loro composizione, seguendo le disposizioni del D.M. 05/11/01, la sezione tipo prevista per questa strada è una F2, avente piattaforma di larghezza 8.50 m così composta:

due corsie, una per senso di marcia con modulo pari a 3.25 m;

due banchine esterne da 1.00 m ciascuna.

L'intervallo di velocità di progetto è di 40 – 100 km/h, classificata nella categoria F – strade locali in ambito extraurbano, tipo F2.

In fase di progettazione la strada è stata pensata con uno sviluppo che da Albisola Superiore procede verso lo Svincolo Sansobbia per una lunghezza totale di 0+575.965 km.

In planimetria nella Rampa F alla prog. 501.36 km è presente un'intersezione a T con la Rampa Y.

Di seguito vengono riportati i dati relativi al profilo longitudinale della Rampa F (progressive, quote e pendenza/dislivello):

Progressive (km)	Quote (m)	Pendenza (%) / Dislivello (m)
0.00	6.150	1.60% - 0.78
0+48.938	6.930	
0+48.938	6.930	1.53% - 0.90
0+108.150	7.835	
0+108.150	7.835	0.74% - 2.26
0+412.000	10.090	
0+412.000	10.090	0.43% - 0.32
0+486.388	10.410	
0+486.388	10.410	2.50% - 0.99
0+525.853	11.396	
0+525.853	11.396	3.82% - 1.30
0+559.996	12.701	
0+559.996	12.701	2.00% - 0.32
0+575.965	13.020	

I raccordi verticali utilizzati nel profilo della Rampa F, in ordine progressivo sono:

R = 2000 m

R = 4000 m

R = 5000 m

R = 2500 m

R = 1000 m

R = 500 m

La sezione tipologica, oltre che alle caratteristiche richieste dalla normativa sopra indicata, presenta sul lato destro un arginello inerbito di larghezza pari a 1.75 m con un rilevato 2/3; una scarpata in gabbioni con pendeza 1/1 avente funzione di consolidamento e protezione della sponda che va da prog. 0+320.00 fino a prog. 0+420.00; dalla prog. 0+430.00 km fino alla prog. 0+575.96 km è presente un parcheggio. Sul lato sinistro della strada per tutta la sua lunghezza si trova un marciapiede con pista ciclabile di larghezza 2.00 m, un arginello di 0.75 m con rilevato 2/3 che parte da prog. 0.00 km fino a 0+320.00 km circa, da questo punto l'arginello è sostituito da un muro di sostegno rivestito in pietra fino alla prog. 0+395.00 km circa (il filo esterno del rivestimento in pietra coincide con la fine del marciapiede), da qui in poi torna ad essere presente l'arginello con il rilevato per un breve tratto, fino a prog. 0+ 420.00 km punto in cui la Rampa F attraversa il Rio Grana con uno scatolare, dalla prog. 0+432.00 km circa è presente l'arginello con rilevato 2/3 che prosegue fino alla fine della Rampa F alla prog. 0+575.965 km.

Nell'elenco seguente sono riportati gli elaborati di progetto relativi alla rampa F. In particolare dalla planimetria di progetto e dalle sezioni trasversali si possono ricavare le distanze dall'alveo del torrente Sansobbia:

PE	08	IS	O	00	010	PL	01	2	Planimetria di progetto Rampa F
PE	08	IS	O	00	030	PL	01	2	Planimetria di tracciamento Rampa F
PE	08	IS	O	00	040	SZ	01	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 0.00 a progr. 50.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	02	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 60.00 a progr. 110.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	03	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 120.00 a progr. 170.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	04	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 180.00 a progr. 230.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	05	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 240.00 a progr. 290.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	06	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 300.00 a progr. 350.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	07	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 360.00 a progr. 410.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	08	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 420.00 a progr. 470.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	09	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 480.00 a progr. 520.00
PE	08	IS	O	00	040	SZ	10	2	Rampa F: sezioni trasversali da progr. 530,00 a progr. 575.96
PE	08	IS	O	00	150	SZ	03	2	Sezioni tipologiche rampe F - Y

PUNTO XI – PROGRAMMA DI ESECUZIONE OPERE A VERDE

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...le opere di sistemazione a verde dovranno essere eseguite contestualmente all'avanzamento delle opere infrastrutturali...

Le opere di sistemazione a verde saranno eseguite, laddove possibile, contestualmente all'avanzamento delle opere infrastrutturali, come peraltro riportato nel crono programma dei lavori.

Si rimanda agli elaborati di cui alla tabella seguente:

1) PE02-TA-000-040-CP.01_2 – Cronoprogramma

PUNTO XII - OPERE DI RIQUALIFICAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE CON RIFERIMENTO AGLI INTERVENTI SUL SANSOBBIA CHE COMPORTERANNO SIGNIFICATIVE MODIFICHE DELL'ALVEO E DI SPONDA DESTRA

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovranno essere realizzate delle opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale con particolare riferimento agli interventi sul Sansobbia che comporteranno significative modifiche dell'alveo e di sponda destra...

Negli elaborati riportati nell'elenco seguente sono state indicate le opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale da prevedersi in sponda destra del torrente Sansobbia:

PE	02	TA	0	00	110	ST	01	2	Specifiche Tecniche Architettoniche
PE	17	PA	0	00	050	PL	03	2	Planimetria Opere a verde - Svincolo Sansobbia

PUNTO XIII – INTERFERENZE CONNESSIONE AURELIA BIS E VIABILITA' ORDINARIA

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...le eventuali connessioni tra l'Aurelia bis e la viabilità ordinaria nei comuni di Albissola Marina e Albissola Superiore non dovranno interferire in alcun modo con gli edifici vincolati ed i terreni oggetto di vincolo indiretto presenti nella zona, quali Villa Gavotti con parco e Villa Faraggiana con i terreni circostanti...

Le connessioni tra l'Aurelia bis e la viabilità ordinaria nei comuni di Albissola Marina e Albissola Superiore non interferiscono in alcun modo con gli edifici vincolati ed i terreni oggetto di vincolo indiretto presenti nella zona, quali Villa Gavotti con parco e Villa Faraggiana con i terreni circostanti.
Si rimanda alla corografia generale ed alle tavole di planimetria di cui all'elenco seguente:

1) PE01-EG-000-010-RE.01_2 – Relazione Generale Tecnica e Descrittiva
2) PE01-EG-000-070-PL.01_2 – Corografia generale
3) PE01-EG-000-190-PL.01_2 – Planimetria generale di progetto TAV ½
4) PE01-EG-000-190-PL.02_2 – Planimetria generale di progetto TAV 2/2
5) PE01-EG-000-200-PL.01_2 – Planimetria su fotomosaico 1/2
6) PE01-EG-000-200-PL.02_2 – Planimetria su fotomosaico 2/2
7) PE07-VP-000-020-PL.01_2 – Planimetria di Insieme
8) PE07-VP-000-030-PL.01_2 – Planimetria di Progetto 1/7 da Km 0+000 a Km 0+800
9) PE07-VP-000-030-PL.02_2 – Planimetria di Progetto 2/7 da Km 0+800 a Km 1+600
10) PE07-VP-000-030-PL.03_2 – Planimetria di Progetto 3/7 da Km 1+600 a Km 2+400
11) PE07-VP-000-030-PL.04_2 – Planimetria di Progetto 4/7 da Km 2+400 a Km 3+200
12) PE07-VP-000-030-PL.05_2 – Planimetria di Progetto 5/7 da Km 3+200 a Km 4+000
13) PE07-VP-000-030-PL.06_2 – Planimetria di Progetto 6/7 da Km 4+000 a Km 4+800
14) PE07-VP-000-030-PL.07_2 – Planimetria di Progetto 7/7 da Km 4+800 a Km 5+136,90
15) PE07-VP-000-050-PF.01_2 – Profilo Longitudunale 1/7 da Km 0+000 a Km 0+800
16) PE07-VP-000-050-PF.02_2 – Profilo Longitudunale 2/7 da Km 0+800 a Km 1+630
17) PE07-VP-000-050-PF.03_2 – Profilo Longitudunale 3/7 da Km 1+630 a Km 2+400
18) PE07-VP-000-050-PF.04_2 – Profilo Longitudunale 4/7 da Km 2+400 a Km 3+200
19) PE07-VP-000-050-PF.05_2 – Profilo Longitudunale 5/7 da Km 3+200 a Km 4+000
20) PE07-VP-000-050-PF.06_2 – Profilo Longitudunale 6/7 da Km 4+000 a Km 4+800
21) PE07-VP-000-050-PF.07_2 – Profilo Longitudunale 7/7 da Km 4+800 a Km 5+136,90

PUNTO XIV – MONITORAGGIO DELL'EDIFICIO DELL'EX INAIP

Prescrizioni di carattere archeologico, architettonico e paesaggistico

...dovrà essere verificata la necessità di un monitoraggio dell'edificio dell'ex INAIP e del complesso conventuale del S. Giacomo soprastante lo svincolo di Miramare e dell'annesso tracciato in galleria durante l'esecuzione delle opere...

E' stato ritenuto opportuno effettuare il monitoraggio dell'edificio dell'ex INAIP, ma non del complesso conventuale del S. Giacomo soprastante lo svincolo di Miramare e dell'annesso tracciato in galleria durante l'esecuzione delle opere.
Per le modalità esecutive si rimanda alle seguenti tavole:

Galleria Cappuccini - Interventi Fabbricato Ex Inaip										
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	010	RE	01	2	Relazione tecnica e di calcolo
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	005	PL	01	2	Planimetria stato di fatto
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	010	PL	01	2	Schema delle fasi esecutive
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	010	SZ	01	2	Profilo
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	020	SZ	01	2	Sezioni geotecniche trasversali
GE 34/08	PE	12	GN	D	02	010	SZ	02	2	Sezioni
Galleria Cappuccini - Piano di Monitoraggio										
GE 34/08	PE	12	GN	D	07	010	RE	01	2	Relazione Tecnica per il Monitoraggio in corso d'opera
GE 34/08	PE	12	GN	D	07	020	PL	01	2	Planimetria di Monitoraggio

PUNTO XV – MONITORAGGIO ESECUZIONE LAVORI DA PERSONALE ARCHEOLOGICO

Prescrizioni da recepire in fase di esecuzione dell'opera

...in fase di esecuzione delle opere, tutti i movimenti di terra relativi al tracciato (svincoli, viadotti, gallerie) e l'installazione dei cantieri operativi e di servizio siano comunque seguiti e controllati in ogni fase da personale archeologico qualificato, secondo le indicazioni che saranno impartite dalla Soprintendenza per i beni archeologici della Liguria, che si riserva la direzione scientifica delle indagini...

A seguito di alcuni contatti avuti con la Soprintendenza per il tramite del committente ANAS, è stato da loro ribadito l'interesse limitatamente ai lavori inerenti la realizzazione della viabilità di collegamento tra la loc. Grana di Albisola Marina ed il viadotto Sansobbia, in quant oggetto di scavo oltre il piano di campagna.

Inoltre la Soprintendenza, per il tramite del Committente ANAS, ha ribadito che non sono di interesse le lavorazioni per la predisposizione dei campi base ed operativi, in quanto comportano lavori di scavo limitatamente al piano di bonifica e successiva compattazione, non interessando i volumi oltre il suddetto piano di bonifica, e riporto del materiale con successiva compattazione.

Pertanto con l'approvazione del P.E. sarà inviata copia del cronogramma dei lavori anche alla soprintendenza ai beni culturali, sul quale è individuata temporalmente la lavorazione in ggetto, così da consentire alla Soprintendenza l'alta sorveglianza durante le lavorazioni di scavo del cassonetto stradale.

ANAS S.P.A.

PROVINCIA DI SAVONA

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

Interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola

e i porti di Savona e Vado

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO 2 ALLA RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

VARIAZIONI APPORTATE AL PROGETTO DEFINITIVO DI AFFIDAMENTO E QUADRO GRAFICO

www.sgai.com

D'APPOLONIA
VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476650102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

Eletec 2000 S.r.l.

INDICE

PUNTO II.A – VARIANTE AL TRACCIATO ALTIMETRICO DELL'OPERA RISPETTO AL PDA, CON UN ABBASSAMENTO GENERALE DELLE QUOTE DI PROGETTO 3
GENERALITA' 3
GALLERIA "CAPPUCCINI" – VIA MIGNONE 8
GALLERIA "CAPPUCCINI" – EX AIAS 9
GALLERIA "CAPPUCCINI" – STRUTTURA MULTIPIANO 11
GALLERIA "CAPPUCCINI" – CONSOLIDAMENTO DEL MURO AD ARCO 11
GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST 12
SVINCOLO "MIRAMARE" 14
SVINCOLO "MIRAMARE – FUNIVIE "SAVONA-SAN GIUSEPPE"." 15
GALLERIA SAN PAOLO – IMBOCCO OVEST 16
GALLERIA "SAN PAOLO" – VIA SCOTTO 17
"RIO TERMINE" 18
GALLERIA "SAN PAOLO" – RIO SODINO "VILLA FRESIA" 20
GALLERIA "SAN PAOLO" – GALLERIE AUTOSTRADALI 21
GALLERIA" BASCI" – GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO" 22
VARIAZIONI IDRAULICHE 23
VARIAZIONI IMPIANTISTICHE 23
VIADOTTO "LA RUSCA" 24
"RIO BASCI" 25
VIADOTTO "SANSOBBIA" 26
PUNTO II.B – PLANIMETRIA E PROFILO RIPORTANTI LE PRINCIPALI VARIAZIONI DELLE INDICAZIONI CONTENUTE NEL PROGETTO DEFINITIVO. 27

PUNTO II.A – VARIANTE AL TRACCIATO ALTIMETRICO DELL'OPERA RISPETTO AL PDA, CON UN ABBASSAMENTO GENERALE DELLE QUOTE DI PROGETTO

Il progetto esecutivo di variante è stato sviluppato coerentemente con il progetto definitivo di affidamento con l'eccezione delle varianti di seguito sinteticamente descritte, e per le quali si rimanda, per gli aspetti di dettaglio e gli approfondimenti, a quanto riportato nel corpo del testo della relazione generale.

"*Il progetto esecutivo di variante è stato sviluppato coerentemente con il progetto definitivo di affidamento con l'eccezione delle varianti di seguito sinteticamente descritte, e per le quali si rimanda, per gli aspetti di dettaglio e gli approfondimenti, a quanto riportato nel corpo del testo della relazione generale*".

GENERALITA'

La variante al tracciato altimetrico dell'opera rispetto al PDA, si estende dalla progressiva pk 0+580 circa alla progressiva pk 4+400 circa, ed interessa sostanzialmente le gallerie naturali Cappuccini, San Paolo e Basci e lo svincolo Miramare.

Tale variante comporta un abbassamento generale delle quote di progetto che raggiungono anche valori di circa 10 metri sotto il l.m.m. (Sez. 104 - Prog.2080).

Le variazioni dal punto di vista stradale, possono essere sostanzialmente così sintetizzate:

1) Abbassamento della linea di progetto in corrispondenza di via Mignone mediamente di circa 7 metri, si è infatti passati dalla quota + 21,98 m del Progetto Definitivo alla quota + 14,47 m nella variante proposta (quote riferite alla prog. 860). Tale abbassamento riduce gli effetti indotti dalle operazioni di scavo sugli edifici di via Mignone (civici 18, 21 e 24) ed elimina totalmente l'interferenza col rio tombinato S. Lorenzo, grazie all'incremento del franco.
2) Abbassamento della linea di progetto in corrispondenza dell'edificio ex AIAS aumentando di circa 12m la copertura, arrivando a più di 25m;
3) Abbassamento della linea di progetto in corrispondenza del muro ad arco presso l'imbocco Cappuccini Est evitando così tutti i nuovi interventi che si sarebbero resi necessari per la demolizione del muro e la rimozione di materiale di contenimento di dubbia provenienza e connotazione
4) Abbassamento della linea di progetto in corrispondenza di via Scotto di circa 6,4 m, si è infatti passati dalla quota di -3,16 m del Progetto Definitivo a -9,59 m (quote riferite alla prog. 2040). Tale abbassamento riduce gli effetti indotti dalle operazioni di scavo sugli edifici di via Scotto e via Valloria e i disturbi arrecati alla viabilità cittadina, con specifico riguardo alla strada di accesso all'ospedale per cui dovrà essere garantita la fruibilità da parte delle ambulanze del 118 per tutta la durata dei lavori.

5) Abbassamento della linea di progetto in corrispondenza del Rio Termine in modo da eliminare l'interferenza con la via privata Rio Termine che nel Progetto Definitivo risulta essere interrotta dal ponte previsto sul rio stesso.

6) Innalzamento della linea di progetto in corrispondenza della galleria Ferroviari Monte Pasasco con un margine raddoppiato, a circa 10m.

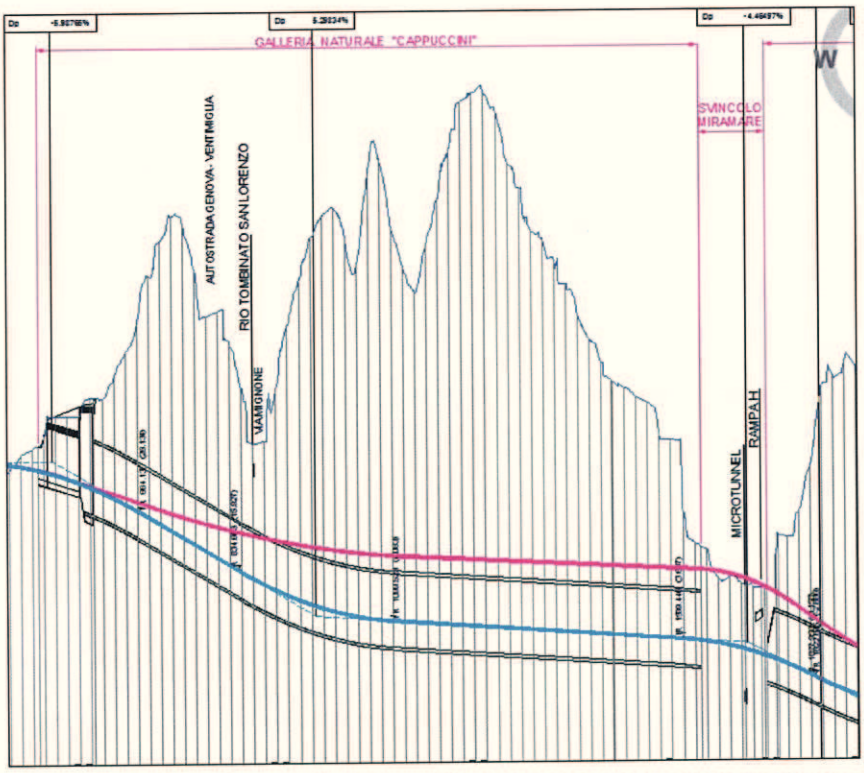


Figura 1 - Galleria Cappuccini. Nuova livelletta e livelletta di PG. Raffronto.

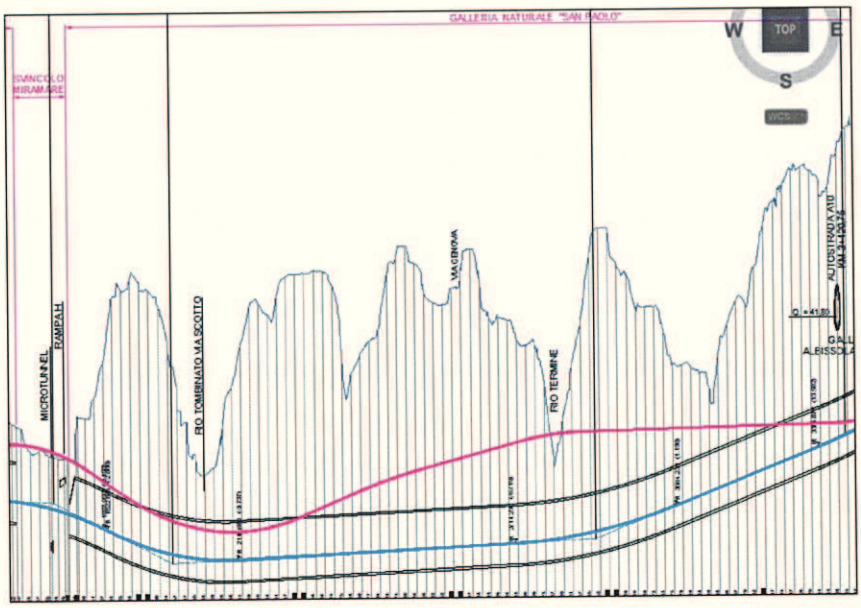


Figura 2 - Galleria San Paolo. Raffronto livelletta PG PE. Si noti via Scotto, passaggio in sotterraneo Rio Termine.

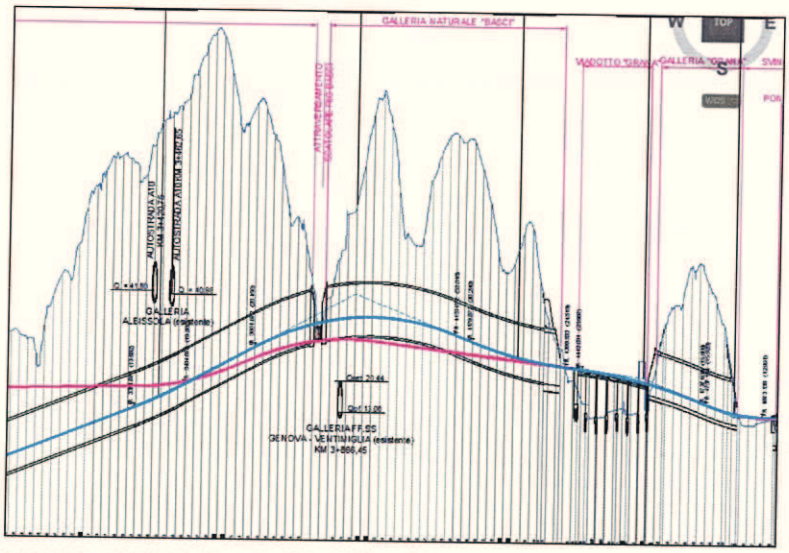


Figura 3 - Galleria San Paolo e Galleria Basci. Si notil'innalzamento per oltrepassare in sicurezza la galleria M.te Pasasco e con ponticello il rio Basci secondo disposizioni della Provincia.

Successivamente all'acquisizione di nuovi dati progettuali, in fase di elaborazione del progetto esecutivo, sono state apportate le seguenti varianti/soluzioni :

1) Montaggio fresa presso l'imbocco Basci Est:

La fresa viene montata presso Basci Est, avendo gli spazi necessari e senza interferenze.

2) Smontaggio della fresa presso l'imbocco Cappuccini Ovest.

Stante l'interferenza diretta con le opere esistenti, l'impossibilità di contenere gli scavi necessari per il montaggio della fresa (comprensiva del passaggio del carroponte), l'imbocco Cappuccini Ovest viene riconfigurato con gli ingombri necessari per la sezione C1(riducendo le interferenze) e configurando la geometria degli scavi con un "camerone"adiacente al fronte, avente duplice funzione:

a) Smontaggio della fresa

b) Uscita per il cunicolo d'esodo della galleria.

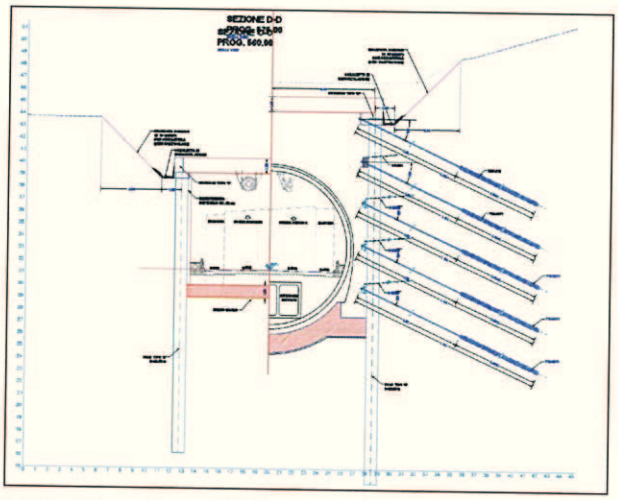


Figura 4 - Eloquente raffronto fra gli scavi con TBM e senza. La soluzione adottata è quella a sinistra.

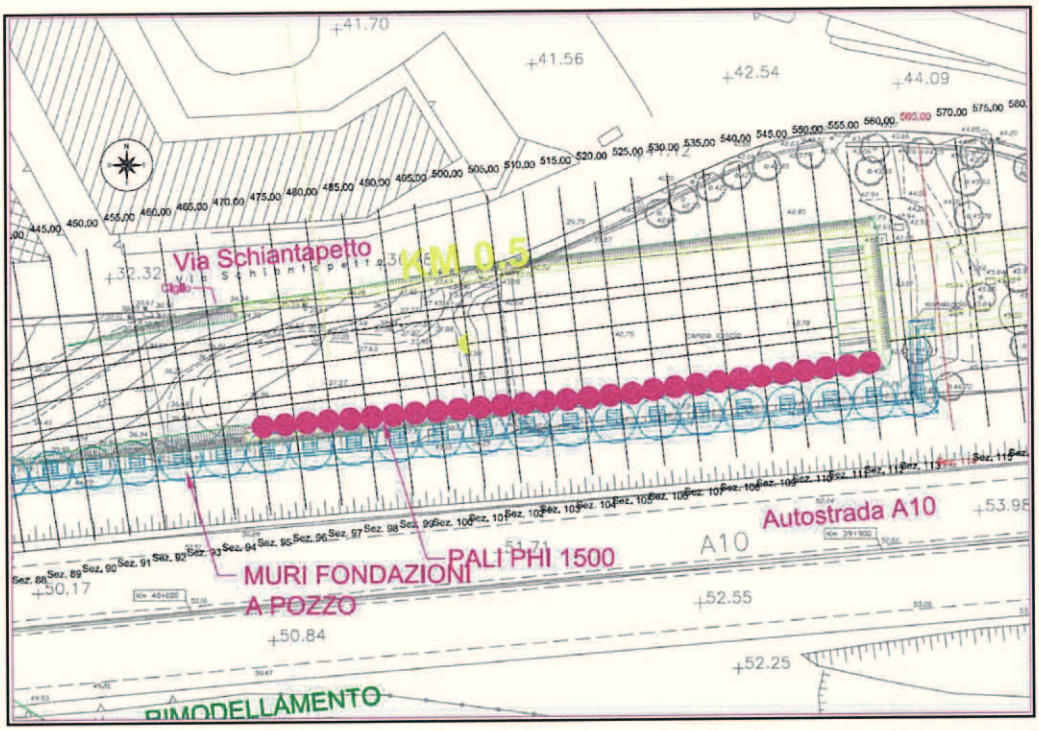


Figura 5 - Interferenza con le fondazioni a pozzo dei muri di sostegno del rilevato autostradale (colore ciano)

Rispetto al PDA, il progetto esecutivo in variante ha subito una modifica delle progressive di tutti gli imbocchi delle gallerie.

Anche per la galleria Grana, unica galleria scavata con metodo tradizionale, sono state arretrate le progressive di imbocco, per assicurare una copertura minima di 3m circa.

Di seguito vengono riassunte le lunghezze complessive delle gallerie sviluppate nel progetto esecutivo.

	pk Portale Ovest	Nat. Ovest	Nat. Est	pkPortale Est	**Lunghezza Galleria**
Cappuccini	504.86	584.06	1'620.00	1'630.15	**1'125.29**
San Paolo	1'744.00	1'765.00	3'787.00	3'795.39	**2'051.39**
Basci	3'847.59	3'860.00	4'350.00	4'377.80	**530.21**
Grana	4'614.35	4'635.00	4'790.00	4'802.37	**188.02**
					3894.91

Alla luce di quanto illustrato è stato eliminato il cunicolo di di esodo dalla Galleria "Basci", la cui lunghezza risulta essere di 530m.

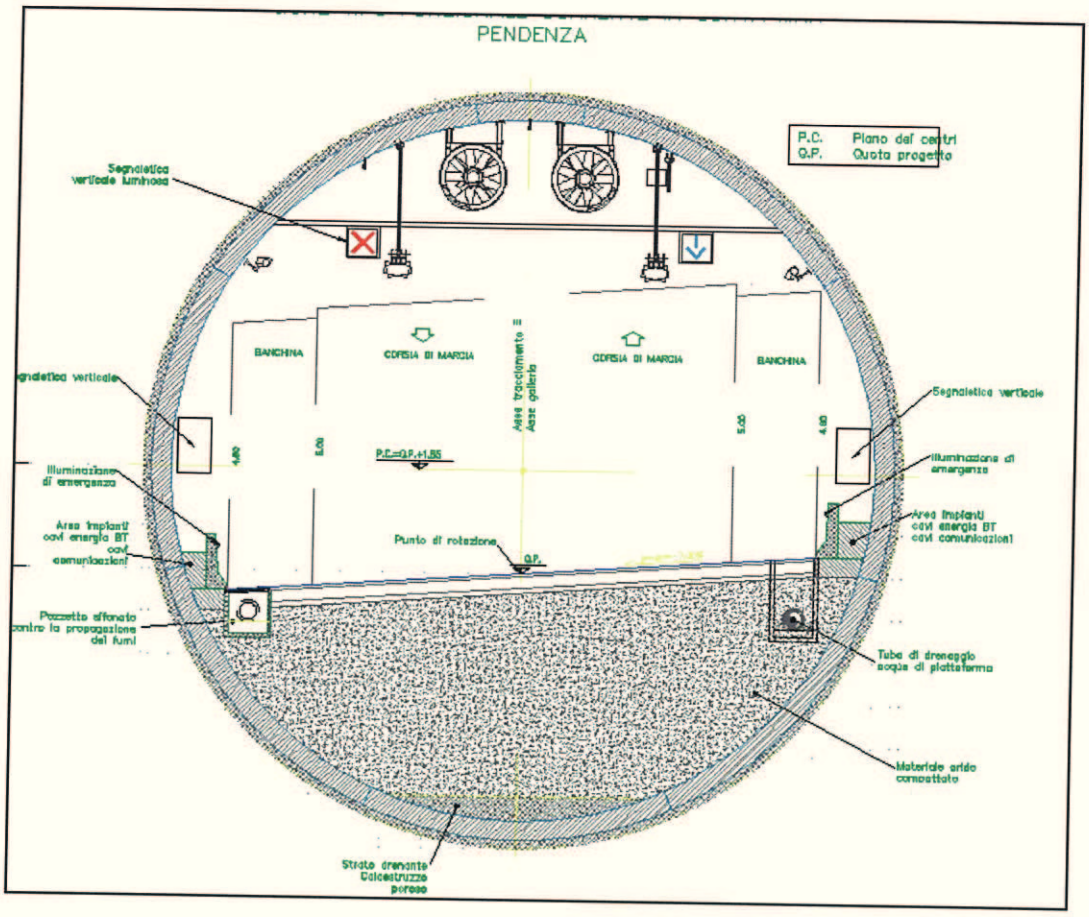


Figura 6 - Sezione tipo della Galleria Naturale "Basci".

GALLERIA "CAPPUCCINI" – VIA MIGNONE

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi…"

L'abbassamento della livelletta ha infatti comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

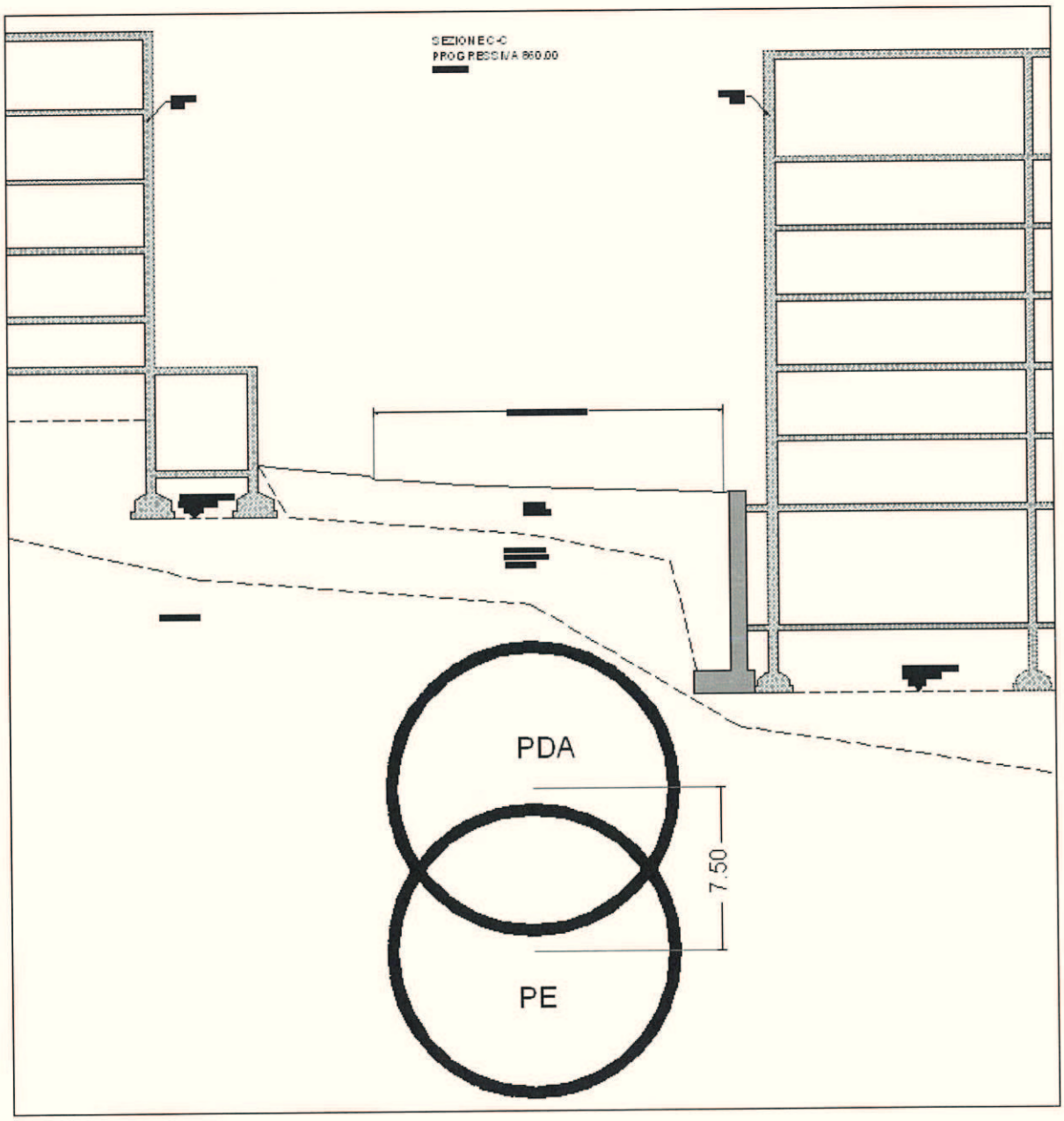


Figura 7 - Via Mignone con scenari di passaggio con livelletta da PDA - PE.

Inoltre rispetto al PDA, che prevedeva come opere di consolidamento la realizzaizone di micropali a protezione degli edifici SP06 e SP07, il progetto esecutivo prevede la realizzazione di micropali e la realizzaizone di interventi di consolidamento mediante iniezioni armate con tubi in VTR.

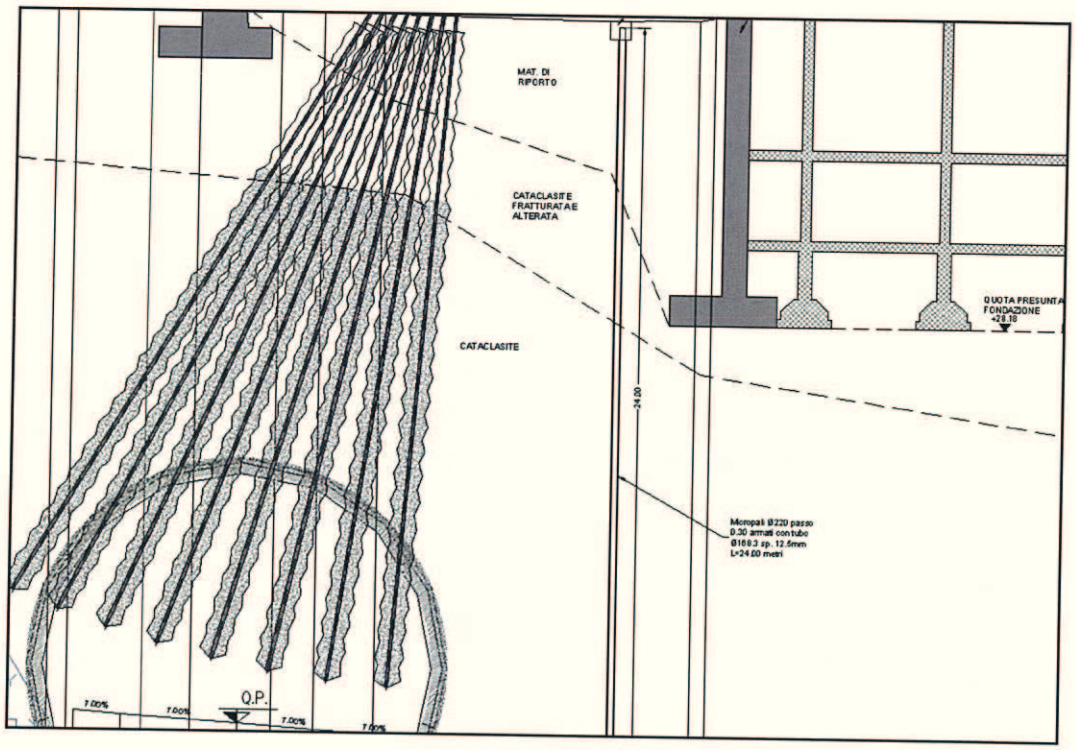


Figura 8 - Dettaglio di intervento con micropali e tubi in VTR in adiacenza dell'edificio CP-06

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

GALLERIA "CAPPUCCINI" – EX AIAS

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi..."

L'abbassamento della livelletta ha infatti comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

E' stato altresì implementato un monitoraggio di tipo strutturale in accordo con le prescrizioni CIPE, al fine di monitorare gli effetti in superficie indotti dallo scavo della galleria sottostante.

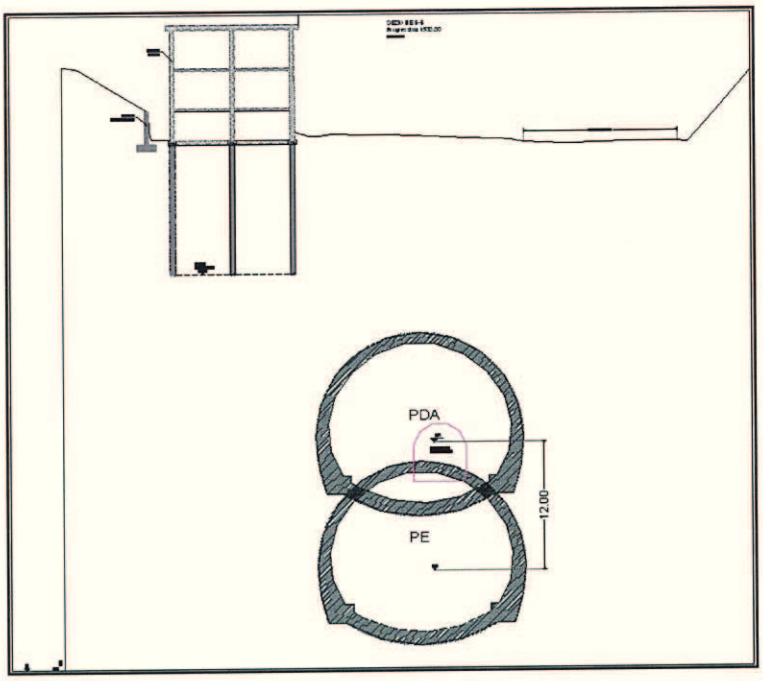


Figura 9 - Edificio Ex-AIAS con scenari di passaggio con livelletta da PDA - PE.

Rispetto al PDA, che non prevedeva opere di consolidamento, il progetto esecutivo prevede la realizzazione di micropali e la realizzaizone di interventi di consolidamento mediante iniezioni di jet grouting.

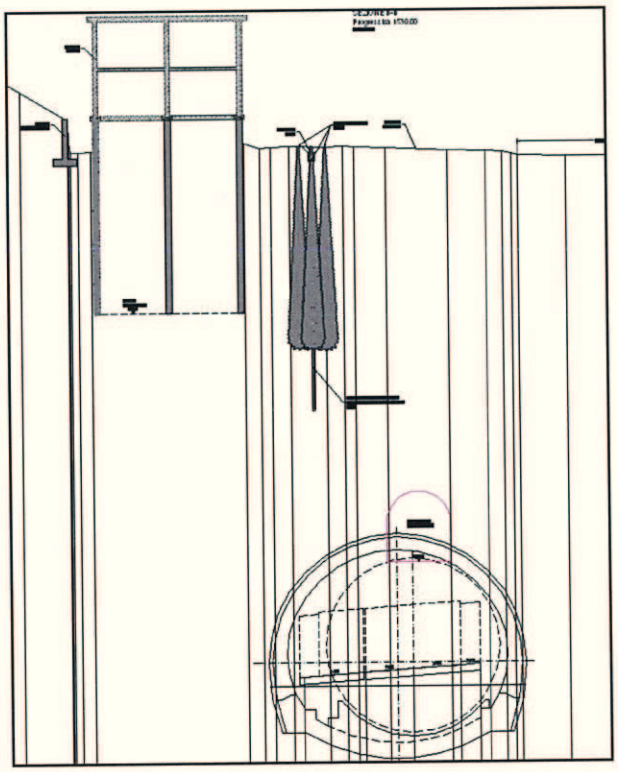


Figura 10 - Dettaglio di intervento con micropali e iniezioni di jet grouting in adiacenza dell'ex AIAS

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

GALLERIA "CAPPUCCINI" – STRUTTURA MULTIPIANO

La suddetta variante ha comportato l'eliminazione della struttura multipiano originariamente prevista nel PDA a vantaggio di un minore impatto sull'ambiente circostante.

GALLERIA "CAPPUCCINI" – CONSOLIDAMENTO DEL MURO AD ARCO

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli effetti impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato..."

Nello sviluppo del progetto esecutivo, la progressiva dell' Imbocco Est della galleria Cappuccini è stato sviluppato alla PK 1+600.00.

Questo, in combinazione con l'abbassamento della livelletta, ha comportato un approccio diverso alla risoluzione dell'interferenza del muro ad arco.

Infatti, mentre nel PDA era prevista la demolizione, nel PE è previsto un consolidamento mediante la realizzazione di un solettone in C.A.alla base del muro che ha la funzione di cordolo di irrigidimento di una serie di micropali eseguiti alla base del muro.

I micropali sono realizzati in VTR per non essere un ostacolo alla realizzazione della galleria "Cappuccini".

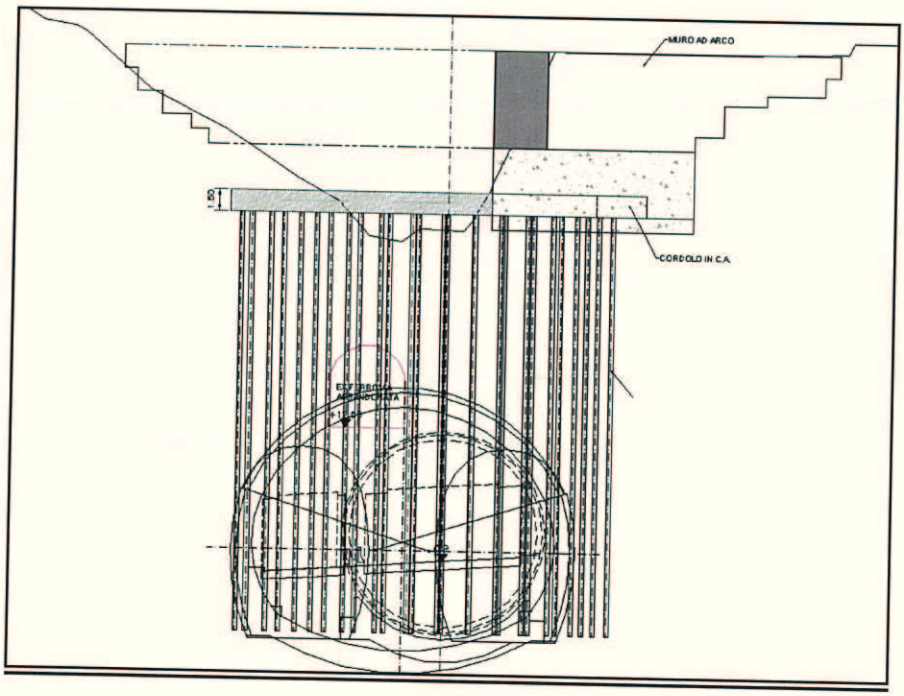


Figura 11 - Dettaglio di intervento con micropali in VTR a protezione del muro ad arco

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

GALLERIA CAPPUCCINI – IMBOCCO EST

La variante tra PDA e PE ha comportato un' "accorciamento"del tratto all'aperto dello svincolo miramare. Questo ha comportato uno spostamento della progressiva di imbocco della galleria Cappuccini Est e di modalità esecutiva dello scavo della galleria dalla pk 1+620.00 alla pk 1+500 circa, per poter permettere il raccordo tra la rampa H e l'asse principale.

Le sezioni di scavo adottate sono le seguenti:

1) C2

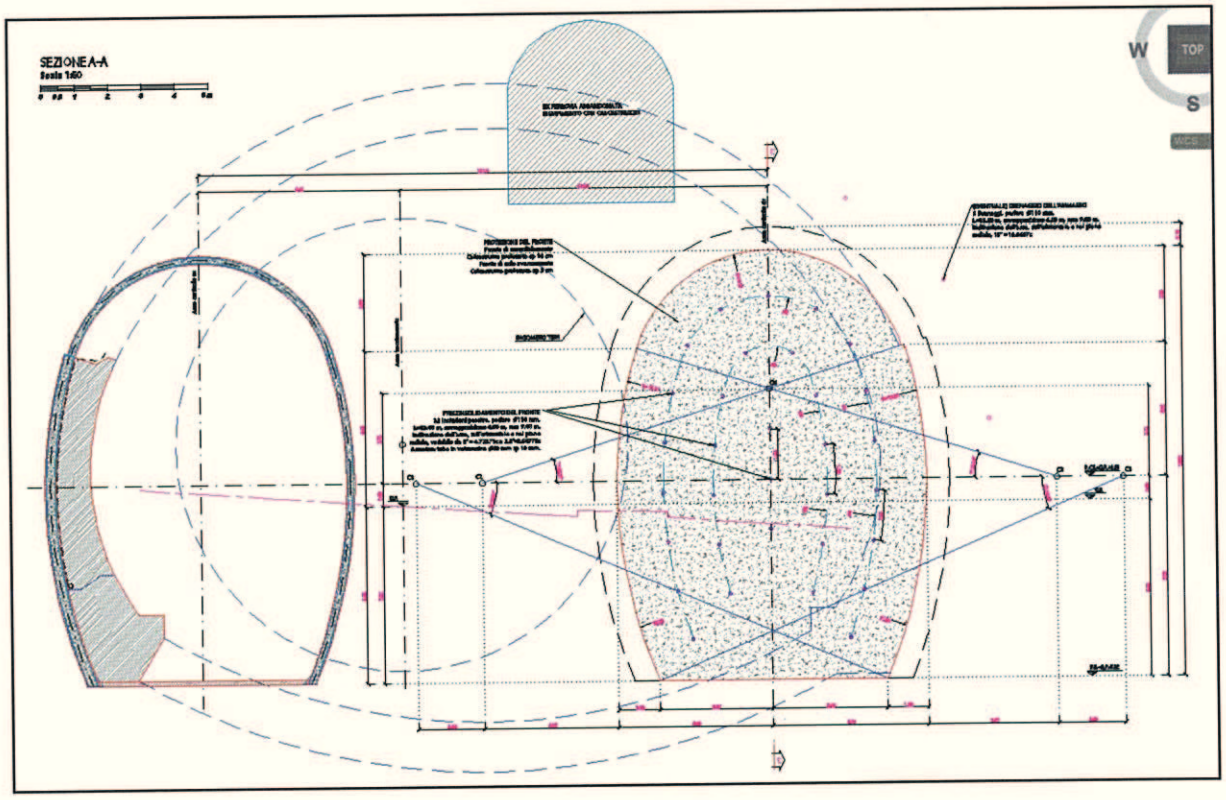


Figura 12 - Una fase esecutiva dello scavo sezione tipo C2.

2) C3

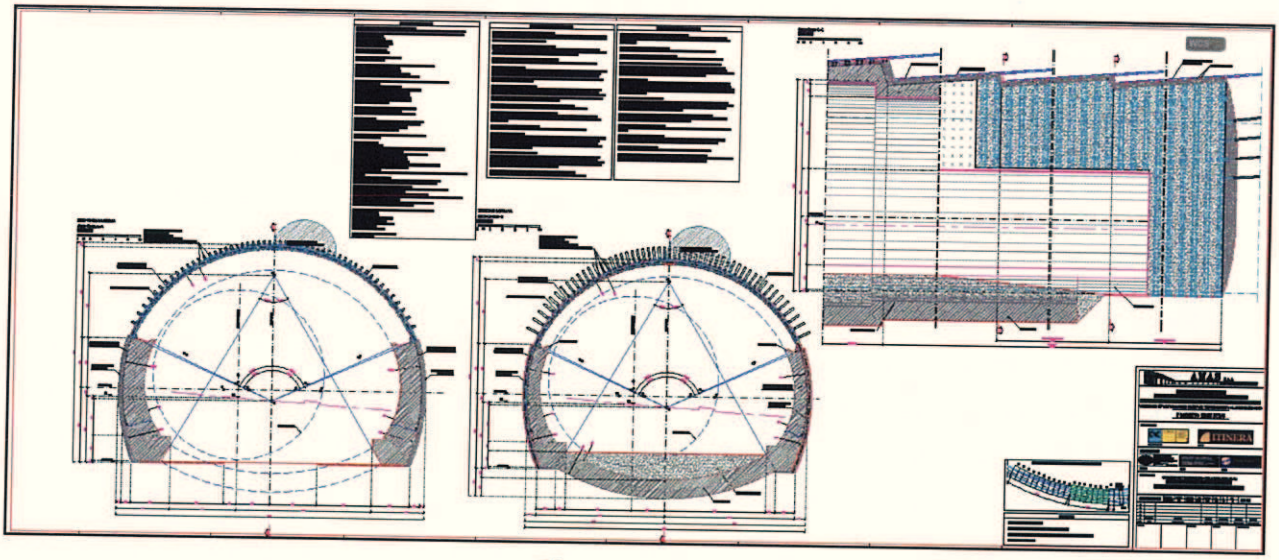


Figura 13 - Sezione tipo C3

3) C4

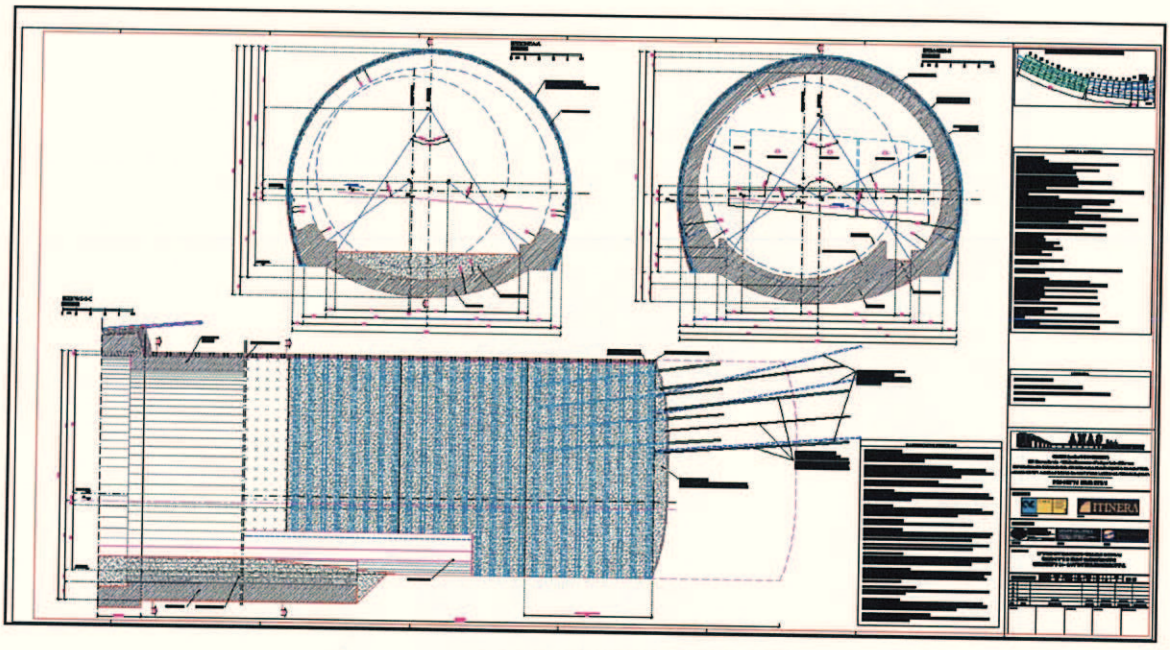


Figura 14 - Sezione tipo C4.

Le sezioni C2, C3 e C4 di allargo derivano dallo scavo a camerone. L'estensione della piattaforma stradale è variabile in ragione dell'innesto della rampa H con la strada principale.

Le sezioni si susseguono quindi con C2, all'imbocco Est, 25.80m max, ed al di sotto del muro ad arco, per poi passare alla C3,ed infine alla C4, in corrispondenza dell'ex-AIAS. Successivamente, terminato l'innesto, la sezione diviene quella standard e lo scavo avviene mediante fresa scudata.

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

SVINCOLO "MIRAMARE"

Originariamente la connessione tra l'Aurelia bis ed il lungomare di Savona, compreso fra Miramare e Punta Margonara, veniva risolta con due svincoli semidirezionali.

A seguito dell'approvazione da parte del C.I.P.E. (Deliberazione n. 77 del 3 Agosto 2007) e relative prescrizioni che hanno comportato l'eliminazione dello svincolo di Punta Margonara. Le attività di progettazione e variante di tracciato sono state, comunque, verificate nella piena compatibilità con lo svincolo Margonara.

Pertanto il solo svincolo "Miramare", per le ragioni sopra esposte, effettua un collegamento solamente parzialmente funzionale con il lungomare di Savona, consentendo di collegare il traffico proveniente dal settore di levante (Autostrada) con il centro città, il porto e l'ospedale. Resta escluso il collegamento in senso inverso che connetteva la valle del Letimbro con Albissola Marina, Albisola Superiore, con il casello di Albissola e con il futuro porto turistico.

Pertanto la variante di livelletta ha comportato per il suddetto svincolo solo una ridefinizione altimetrica dello stesso.



Figura 15 – Planimetria dello svincolo Miramare.

SVINCOLO "MIRAMARE – FUNIVIE "SAVONA-SAN GIUSEPPE"."

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli effetti impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato..."

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione di interventi di consolidamento mediante iniezioni armate con tubi in VTR.

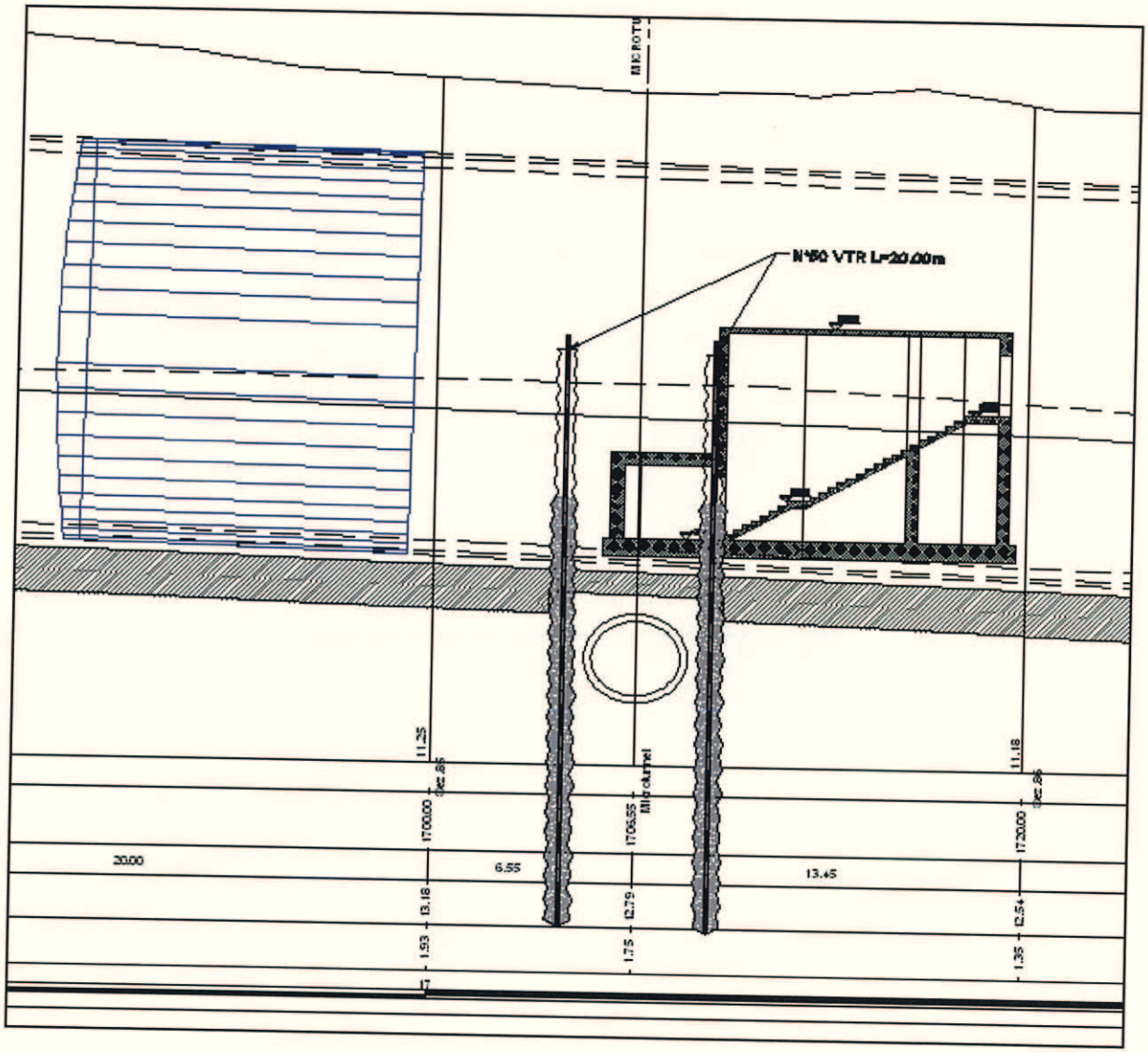


Figura 16 – Interventi armati con barre in VTR per il consolidamento del micro tunnel del carbone.

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

GALLERIA SAN PAOLO – IMBOCCO OVEST

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi…"

L'abbassamento della livelletta, oltre a ridurre gli effetti tenso deformativi sull'edificio SP02, ha infatti comportato una migliore risoluzione dell'interferenza tra l'imbocco della galleria San Paolo Ovest e l'edificio SP01. Nel PDA per l'edificio SP01 era infatti prevista la demolizione.

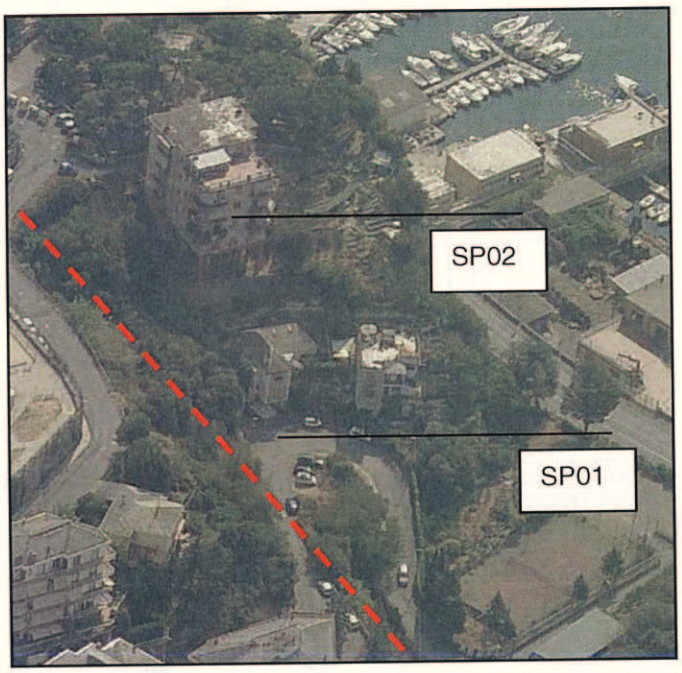


Figura 17 - Edifici SP01 ed SP02 in PG.

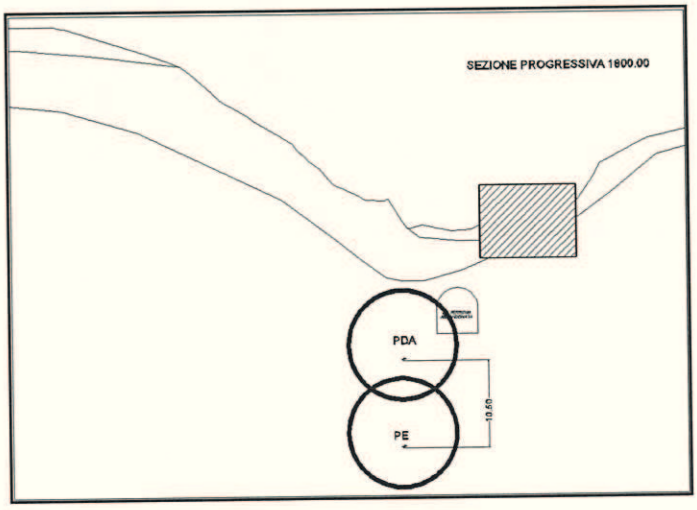


Figura 18 - Edificio San Paolo Ovest con scenari di passaggio con livelletta da PDA - PE.

GALLERIA "SAN PAOLO" – VIA SCOTTO

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi..."

L'abbassamento della livelletta ha infatti comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

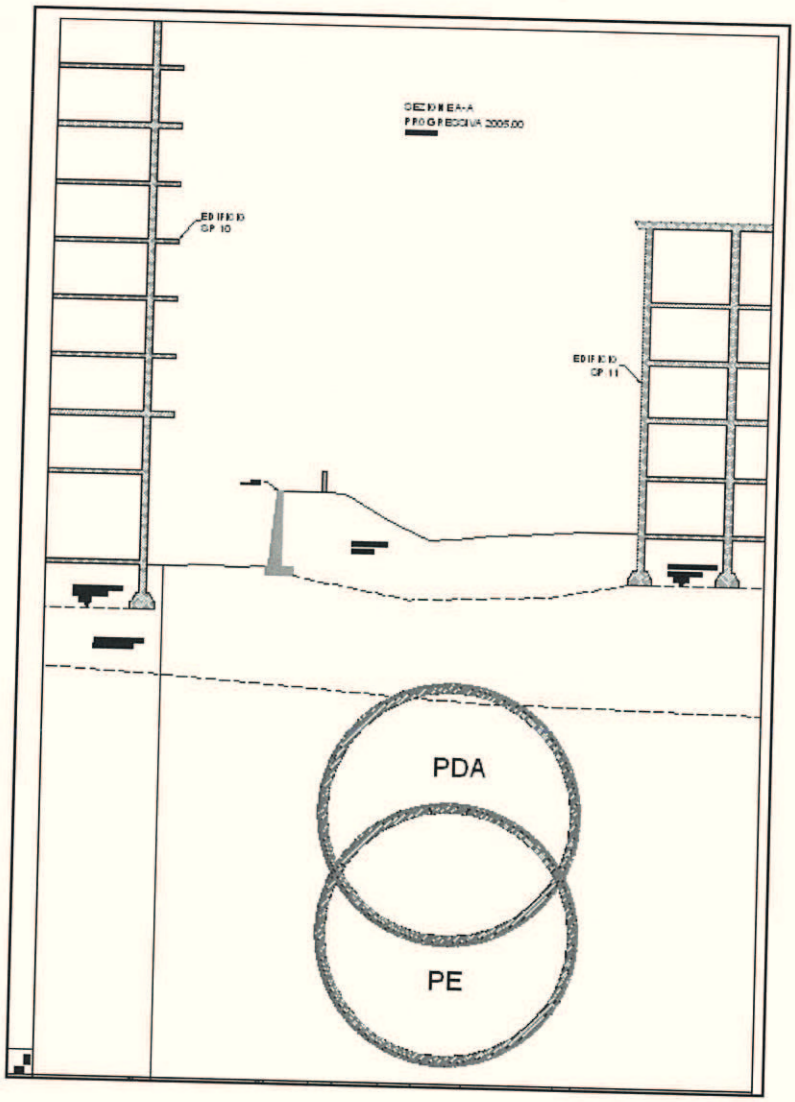


Figura 19 - Via Scotto con scenari di passaggio con livelletta da PDA - PE.

Inoltre rispetto al PDA, che prevedeva come opere di consolidamento la realizzaizone di micropali e iniezioni cementizie, il progetto esecutivo prevede la realizzazione di micropali e la realizzaizone di interventi di consolidamento mediante tubi in VTR.

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

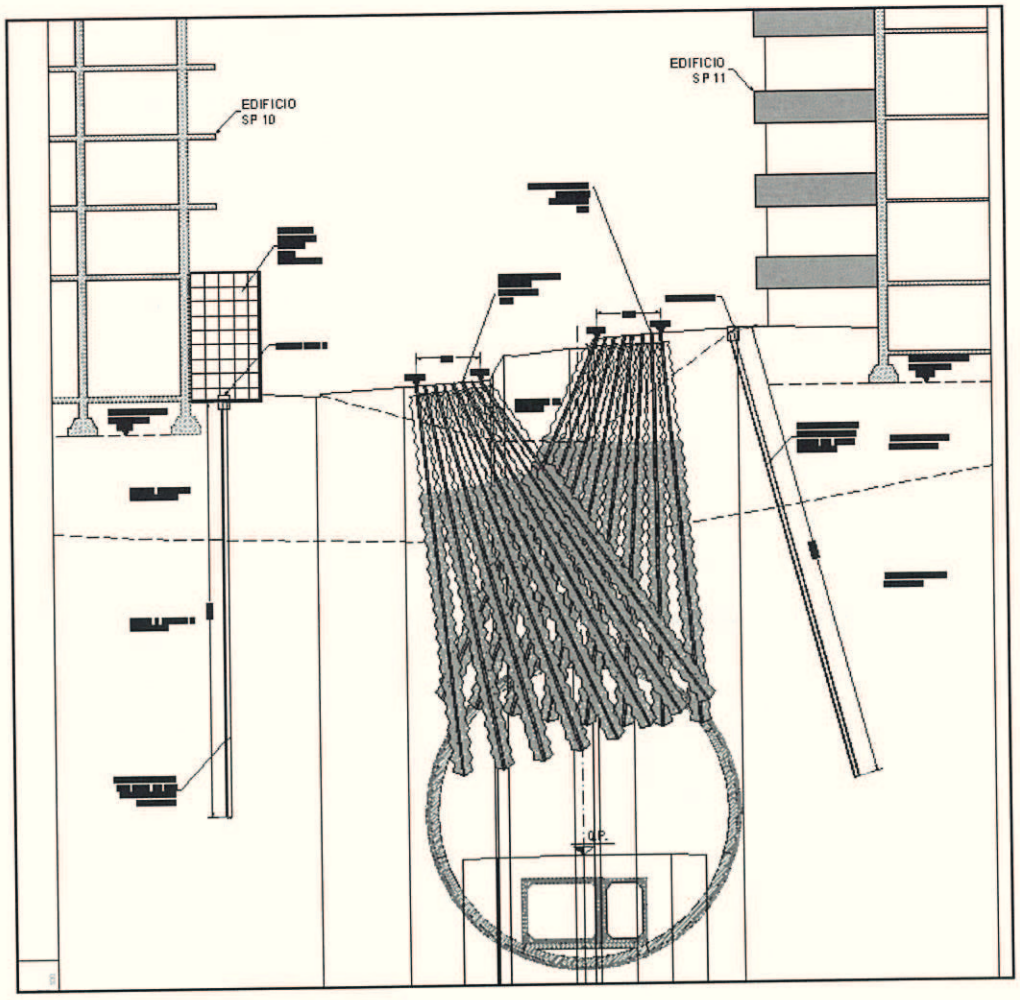


Figura 20 - Dettaglio di intervento con micropali e tubi in VTR in a protezione degli edifici di via Scotto

"RIO TERMINE"

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi…"

"CSA NG art. 6 p.to 4. Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc…"

"CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i."

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli effetti impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato…"

L'abbassamento della livelletta ha comportato una riduzione degli effetti tenso-deformativi sugli edifici adicienti agli imbocchi, infatti nel PDA erano previsti sul Rio Termine gli imbocchi della galleria San Paolo Est e Basci Ovest. Nel PDA infatti vi erano diverse interferenze:

1) Edifici a tergo della zona parietale (Demolizione ed esproprio)
2) Edificio a tergo dell'imbocco Est della galleria San Paolo (Demolizione ed esproprio)
3) Strada Rio Termine (Interruzione a causa del passaggio alla stessa quota circa dell'asse della nuova infrastruttura)

Con l'abbassamento della livelletta, traslando gli imbocchi sul Rio Basci, sono stati risolte le interferenze di cui sopra in linea con le prescrizioni del CIPE.

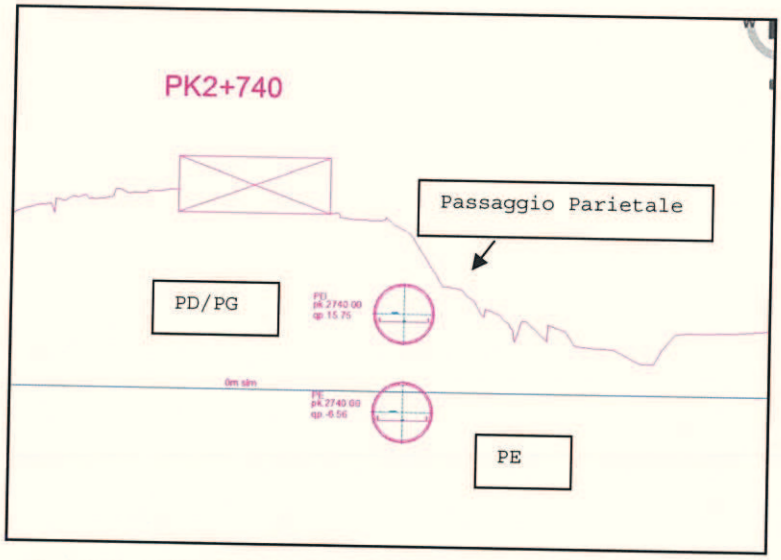


Figura 21 - Sezione alla Pk 2+750, passaggio parietale pressi rio Termine.

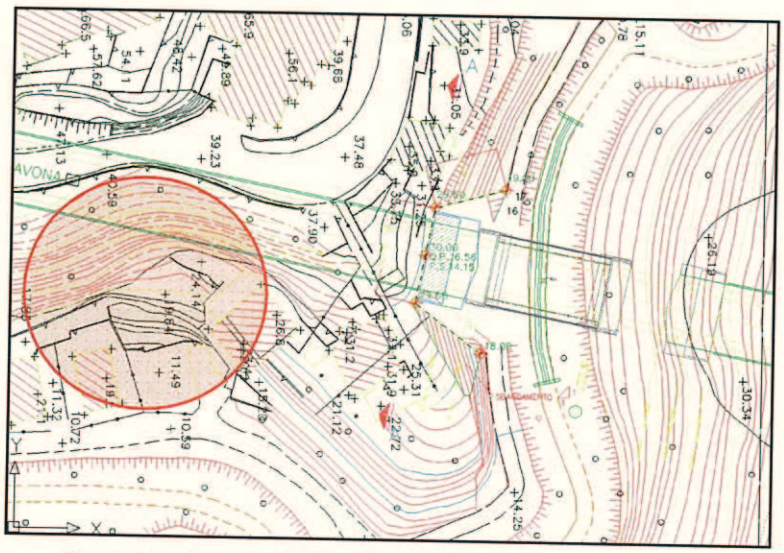


Figura 22 - Passaggio Parietale Galleria San Paolo, e soluzione PE..

GALLERIA "SAN PAOLO" – RIO SODINO "VILLA FRESIA"

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi..."

L'abbassamento della livelletta ha infatti comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

"CSA NG art. 6 p.to 4. Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc..."

L'abbassamento della livelletta ha infatti comportato l'eliminazione delle opere presenti, con la conseguente eliminazione degli accessi alla zona stessa.

"CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i."

L'abbassamento della livelletta con la conseguente eliminazione delle opere è in linea con la nuova normativa di Piano di Bacino.

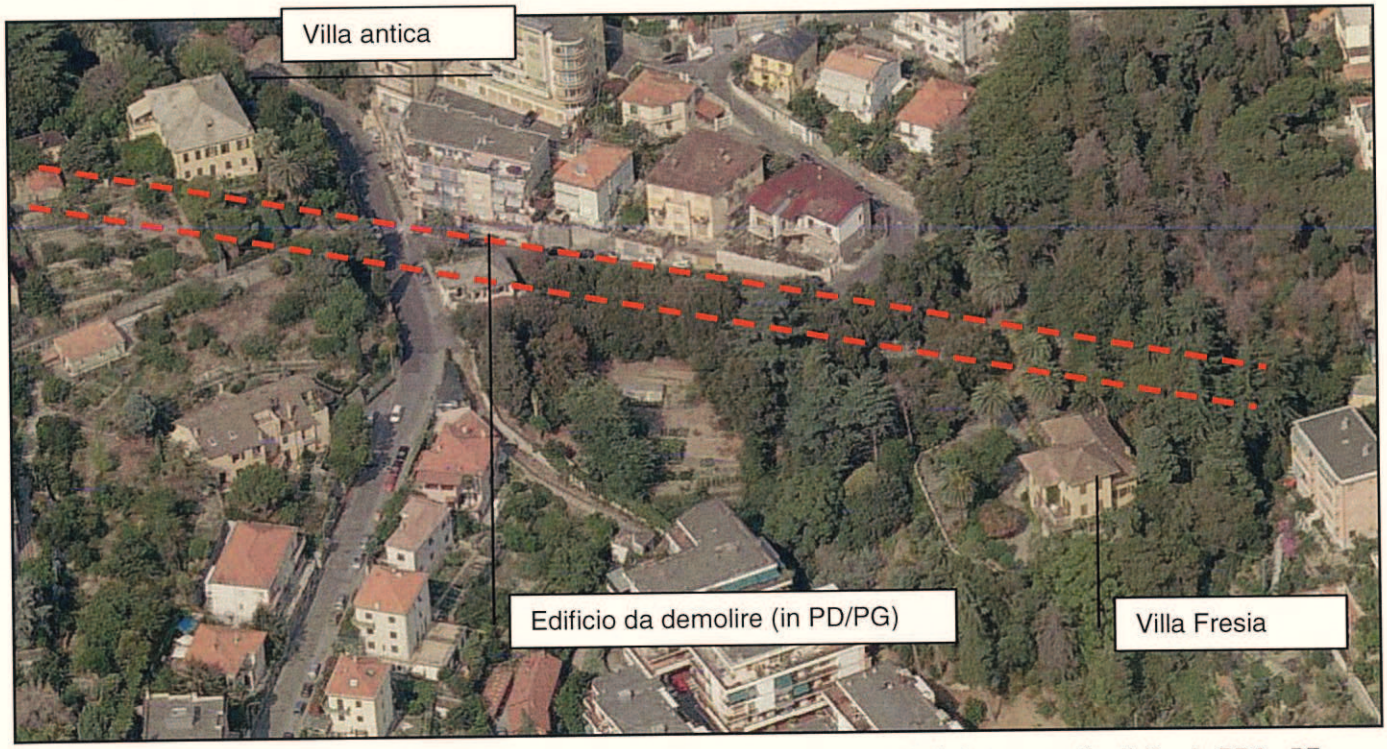


Figura 23 - Villa Fresia e villa antica di via Filippo Gentile con scenari di danno con livelletta da PDA - PE.

GALLERIA "SAN PAOLO" – GALLERIE AUTOSTRADALI

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli effetti impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato..."

L'abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

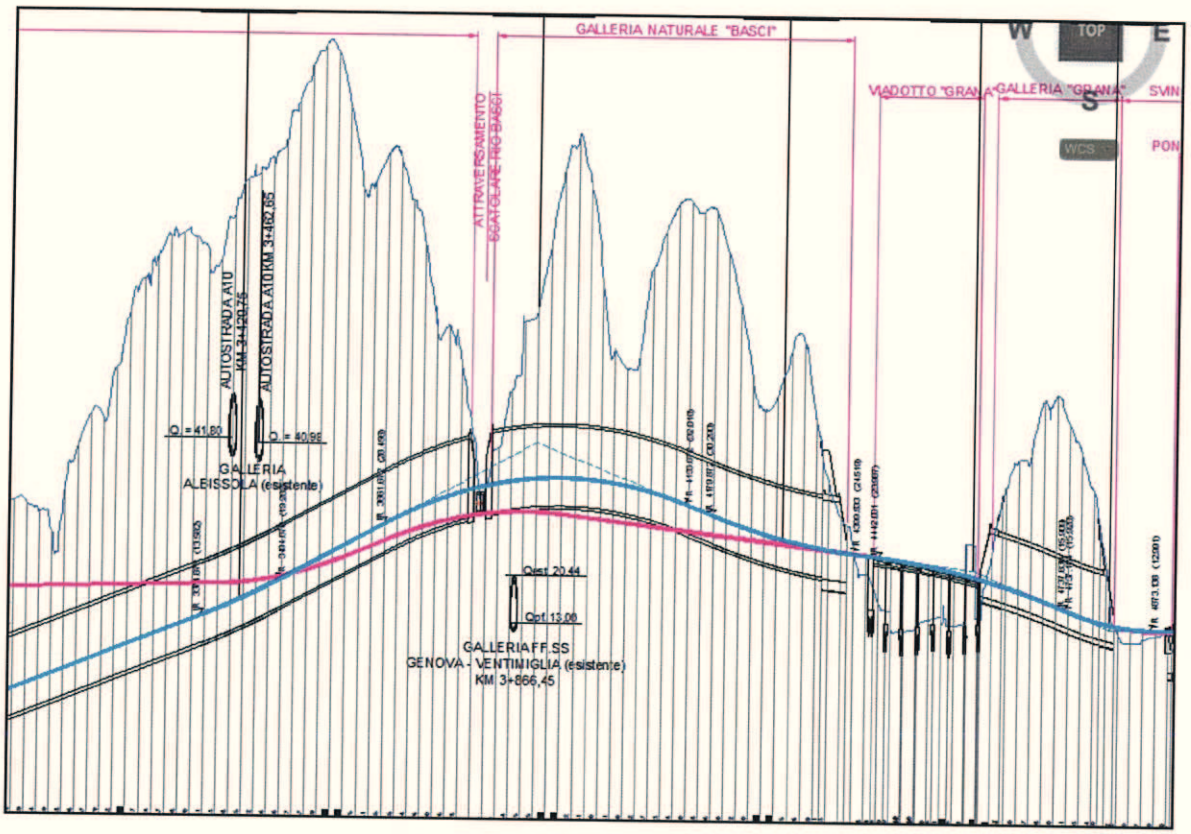


Figura 24 - Galleria San Paolo e Galleria Basci. Si notil'innalzamento per oltrepassare in sicurezza la galleria M.te Pasasco e con ponticello il rio Basci secondo disposizioni della Provincia.

GALLERIA" BASCI" – GALLERIA FERROVIARIA "MONTE PASASCO"

La suddetta variante tra PDA e PE, risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli effetti impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato..."

L'innalzamento della livelletta ha INFATTI comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

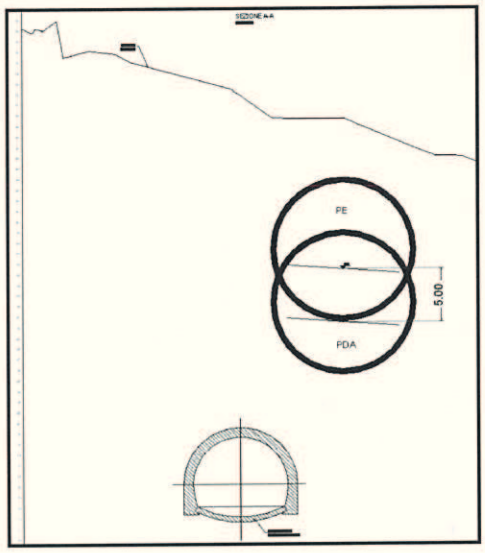


Figura 25 – Galleria RFI "Monte Pasasco" con scenari di passaggio con livelletta da PDA - PE.

Rispetto al PDA, che non prevedeva opere di consolidamento, il progetto esecutivo prevede la realizzazione di interventi di consolidamento mediante tubi in VTR.

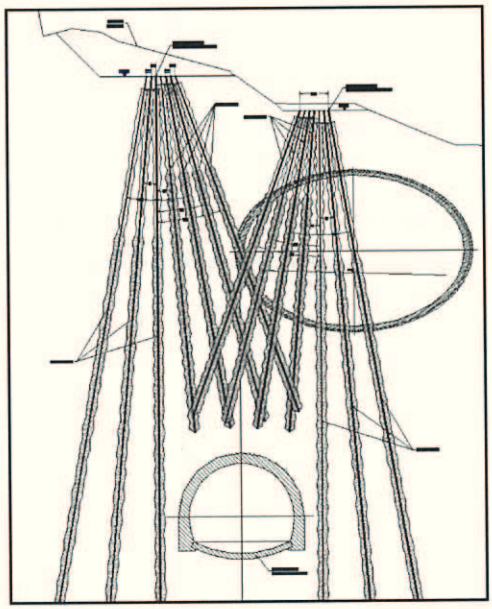


Figura 26 - Particolare delle file per le iniezioni tramite tubi in VTR per i consolidamenti - Sezione

Per maggiori dettagli dell'intevento si rimanda ai relativi elaborati di dettaglio.

VARIAZIONI IDRAULICHE

Le variazioni dal punto di vista **idraulico**, consentono di eliminare le problematiche afferenti ad alcune interferenze idrauliche (Rio Termine, Rio Basci ed altri colatori minori) e possono essere sostanzialmente così sintetizzate:

1) L'abbassamento della livelletta stradale in corrispondenza della galleria S. Paolo (Interferenza a progr Km 2+400 Rio tombato Via Scotto) determina l'eliminazione dell'interferenza con le opere di tombamento di un modesto colatore interessato dal tracciato stradale;

2) L'abbassamento della livelletta stradale in corrispondenza della galleria S. Paolo (Interferenza a progr Km 2+8000 Rio Termine) determina l'eliminazione dell'interferenza rio Termine, interessato dal tracciato stradale;

3) L'abbassamento della livelletta stradale in corrispondenza della galleria S. Paolo (Interferenza a progr Km 3+2000 Fosso - Villa Fresia) determina l'eliminazione dell'interferenza con le opere di tombamento di un modesto colatore interessato dal tracciato stradale;

4) L'innalzamento della livelletta stradale, in corrispondenza dell'intersezione con il rio Basci (Interferenza a progr Km 3+800 Rio Basci), con conseguente modifica della sezione stradale da galleria artificiale a rilevato, determina la modifica delle modalità d'attraversamento del corso d'acqua da parte dell'infrastruttura: da sottopasso a sovrappasso.

VARIAZIONI IMPIANTISTICHE

Le modifiche impiantistiche sono conseguenti alla variazione di lunghezza delle gallerie.

VIADOTTO "LA RUSCA"

La suddetta variante tra PDA e PE, scaturisce dall'ottemperanza alle indicazioni fornite dall'Acquedotto di Savona durante la stesura del PE, di eliminazione di una Pila in possibile interferenza con un pozzo dell'Acquedotto e conseguente modifica integrale della tipologia di impalcato.

Risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato: ...In particolare per ridurre al minimo l'interferenza con i pozzi presenti nei citati torrenti è necessario valutare, in pieno accordo con ANAS e con la Società Acquedotto di Savona, quanto segue: a) per il viadotto la Rusca la possibilità di sostituire la fondazione indiretta della pila denominata P2 con una fondazione di tipo diretto o, in subordine, provvedere all'eliminazione della pila stessa spostando eventualmente lungo l'asse del viadotto le pile P1 e P3..."

Il viadotto La Rusca è stato pertanto ridefinito sulla base delle prescrizioni acquisite dall'Acquedotto di Savona sull'eliminazione della Pila 2 in possibile interferenza con un pozzo dell'acquedotto.

Il recepimento di questa limitazione, alla luce delle modalità possibili di varo e delle condizioni statiche si definitive sia nelle fasi realizzative e stesse di varo, hanno portato alla definizione di un viadotto per via inferiore con due spalle due pile, con luci rispettivamente 32m, 75m e 75m.

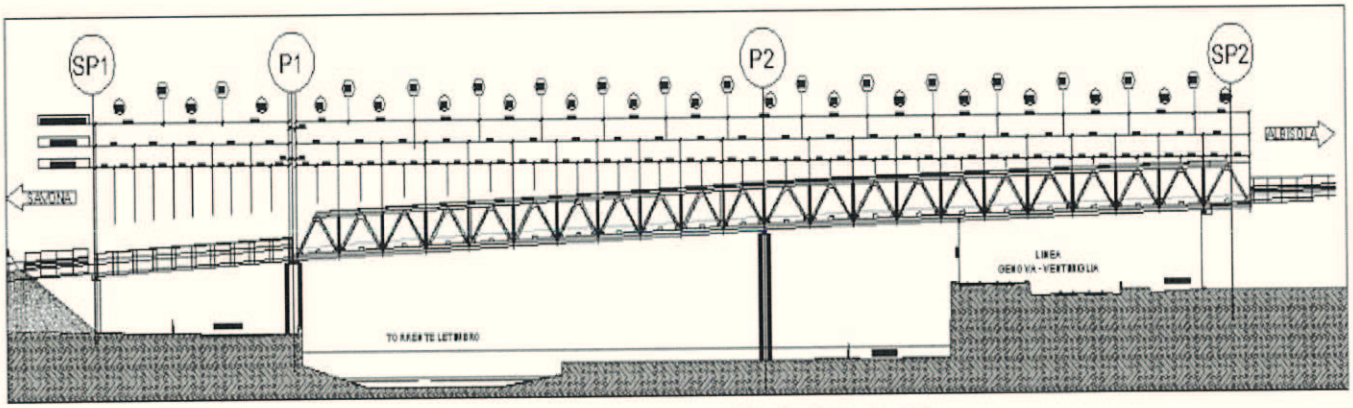


Figura 27 - Prospetto del viadotto La Rusca .

"RIO BASCI"

La suddetta variante tra PDA e PE, scaturisce dall'ottemperanza alle indicazioni fornite dall'Acquedotto di Savona durante la stesura del PE, di innalzamento delle quote stradali al fine di consentire il deflusso del rio al di sotto della piattaforma stradale.

Risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i."

La sistemazione idraulica del Rio Basci è stata pertanto ridefinita sulla base delle prescrizioni acquisite dall'Acquedotto di Savona relativamente all'eliminazione del tombamento previsto nel PDA e la realizzazione di un ponticello per il deflusso delle acque sottostanti.

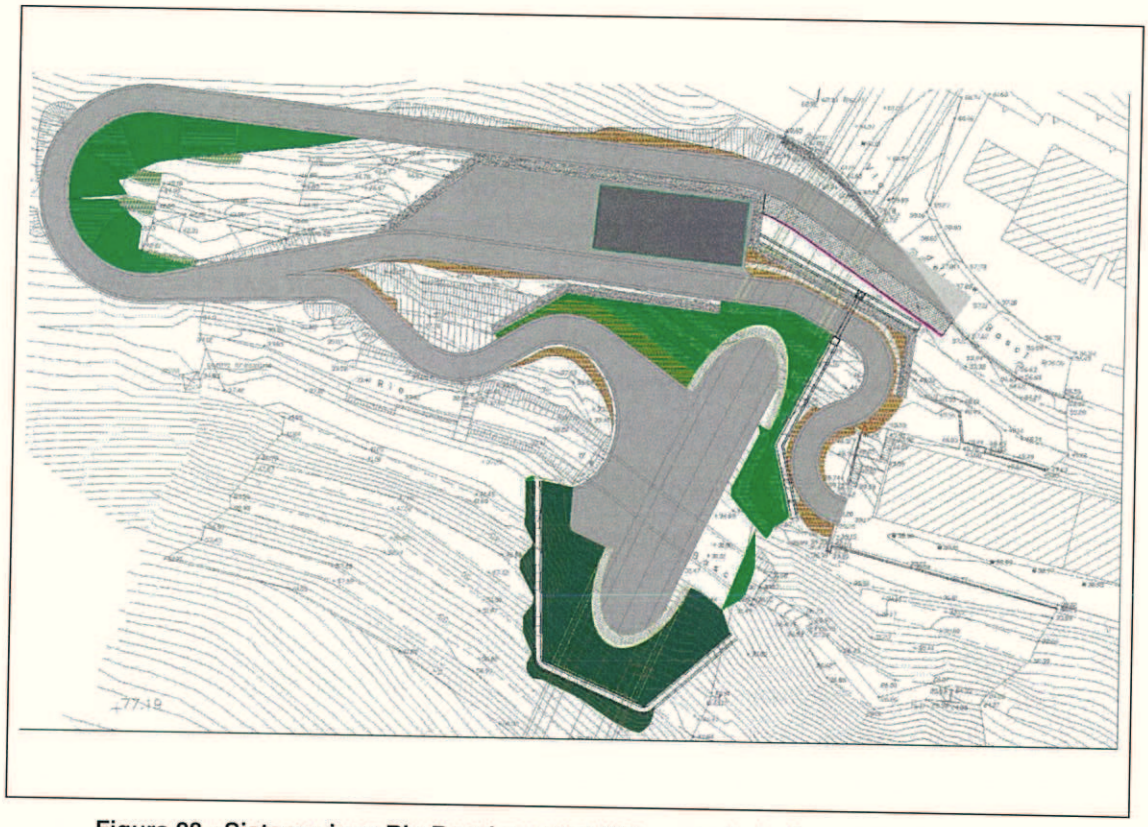


Figura 28 - Sistemazione Rio Basci con viabilità secondaria di accesso, ad uso anche locale.

VIADOTTO "SANSOBBIA"

La suddetta variante tra PDA e PE risponde ad alcune prescrizioni di capitolato, in particolare:

"CSA NG art. 6 p.to 1 - Recepimento della nuova classificazione sismica dei comuni interessati dai lavori prevista dall'OPCM 3274 del 20/03/2003"

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc. In particolare sarà necessario tenere conto …del ponte sul Sansobbia che, durante i lavori, dovrà restare aperto al traffico adottando opportuni restringimenti di carreggiata..."

"CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato: …per il viadotto sul torrente Sansobbia la possibilità di procedere al previsto allargamento senza l'adozione di nuove pile in alveo o, in subordine, con l'adozione di fondazioni di tipo diretto o con pali di fondazione di lunghezza non maggiore di quelli già realizzati alla base delle pile esistenti e/o tale da porsi al di sopra della falda in alveo…"

"Prescrizione CIPE contenute nell'allegato 1 alla delibera CIPE n. 77 del 3/8/2007 - ...dovranno essere realizzate delle opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale con particolare riferimento agli interventi sul Sansobbia che comporteranno significative modifiche dell'alveo e di sponda destra..."

"Nota Acquedotto prot. 17843/GEOP del 03/11/2010 p.to 3: ...anche per quanto riguarda le opere previste sull'alveo del torrente Sansobbia, allargamento dell'attuale ponte Pertini, riteniamo indispensabile rivedere la tipologia delle fondazioni previste, vista la loro evidente interferenza con le falde captate dai 9 pozzi ubicati a valle dell'intervento..."

Nella fase di progettazione esecutiva è stata apportata una variante planimetrica per consentire il traffico anche nelle fasi realizzative sull'attuale viadotto Sansobbia e ottimizzazioni strutturali del viadotto Sansobbia, ora in affiancamento all'esistente.

La variante planimetrica suddetta ha consentito di risolvere le criticità sopra menzionate, procedendo all'adeguamento delle fondazioni dirette ed indirette (unico plinto di fondazione a monte dell'opera, accorciamento pali di fondazione), limitando in tal modo il disturbo alle falde acquifere, il disturbo dell'alveo del torrente stesso, con la riduzione delle opere provvisionali, mantenendone però gli interventi di protezione delle pile in quanto prescrizione CIPE, progettando la parte di impalcato nuovo secondo il DM 2008.

Oltre quanto sopra si sono ottenuti i seguenti vantaggi funzionali:

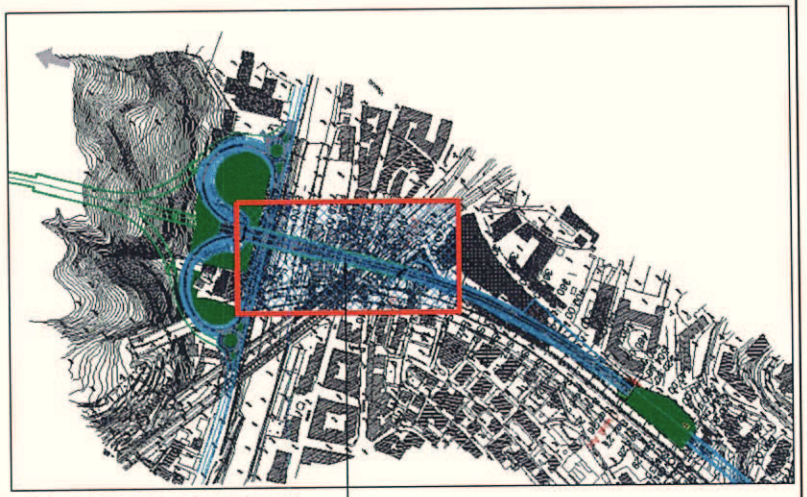
Miglioramento viabilità da mantenere attiva durante l'esecuzione dei lavori (art. 6.4 del CSA NG);

Miglioramento funzionalità opera (la nuova parte del viadotto è progettata secondo i criteri NTC-2008 e la parte restante del viadotto in futuro è adeguabile senza comprometterne la viabilità interessata);

Riduzione interventi alla base con conseguente riduzione delle opere di protezione fluviale.

Conseguentemente sono state apportate gli adeguamenti necessari planimetrici alle rotatorie in sponda DX e SX del torrente Sansobbia e l'ubicazione planimetrica dell'imbocco Est della Galleria Grana.

PUNTO II.B – PLANIMETRIA E PROFILO RIPORTANTI LE PRINCIPALI VARIAZIONI DELLE INDICAZIONI CONTENUTE NEL PROGETTO DEFINITIVO.



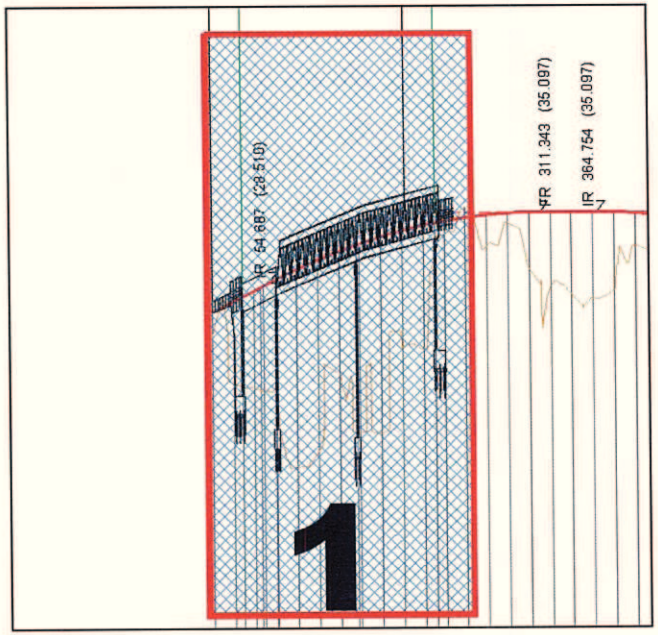
VIADOTTO LA RUSCA - PRESCRIZIONE ENTE ACQUEDOTTO

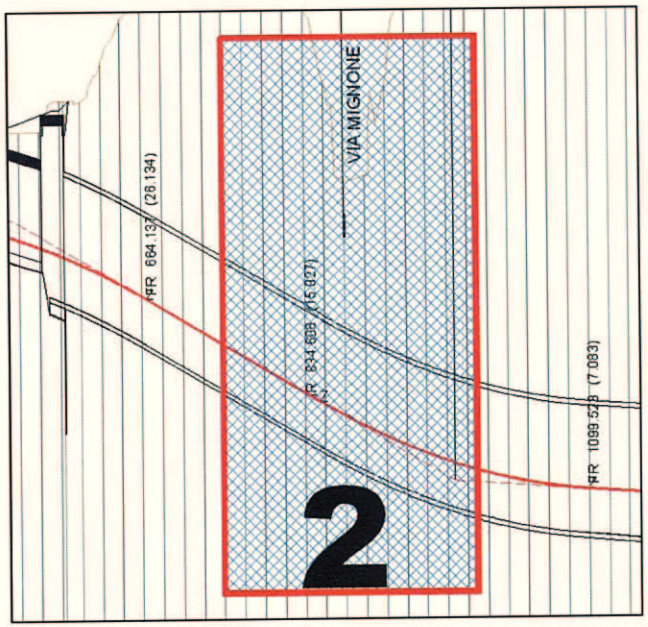
CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato: ...In particolare per ridurre al minimo l'interferenza con i pozzi presenti nei citati torrenti è necessario valutare, in pieno accordo con ANAS e con la Società Acquedotto di Savona, quanto segue: a) per il viadotto la Rusca la possibilità di sostituire la fondazione indiretta della pila denominata P2 con una fondazione di tipo diretto o, in subordine, provvedere all'eliminazione della pila stessa spostando eventualmente lungo l'asse del viadotto le pile P1 e P3...

Il viadotto La Rusca è stato pertanto ridefinito sulla base delle prescrizioni acquisite dall'Acquedotto di Savona sull'eliminazione della Pila 2 in possibile interferenza con un pozzo dell'acquedotto.

Il recepimento di questa limitazione, alla luce delle modalità possibili di varo e delle condizioni statiche si definitive sia nelle fasi realizzative e stesse di varo, hanno portato alla definizione di un viadotto per via inferiore con due spalle due pile, con luci rispettivamente 32m, 75m e 75m.

1



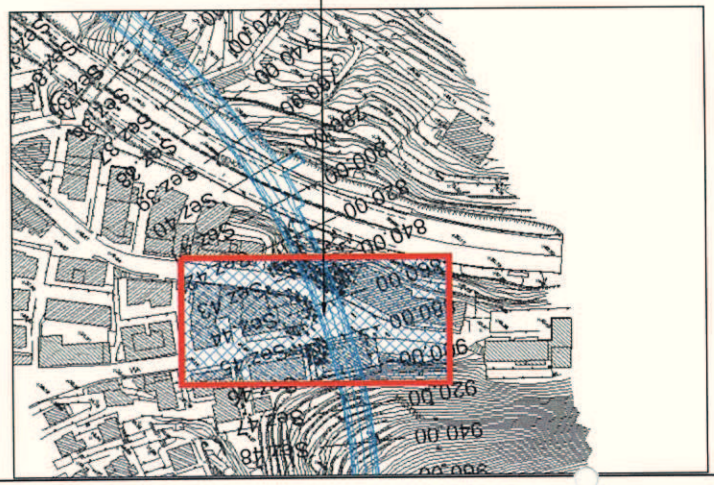


2

GALLERIA CAPPUCCINI - VIA MIGNONE - VARIANTE di LIVELLETTA

CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...

L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.



GALLERIA CAPPUCCINI - EX AIAS - VARIANTE di LIVELLETTA - PRESCRIZIONE CIPE

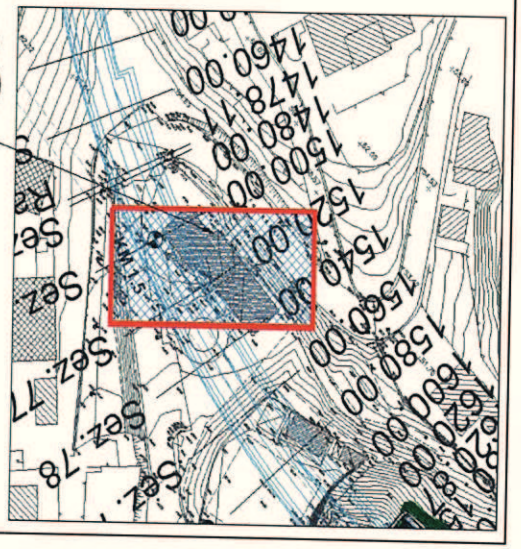
CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...

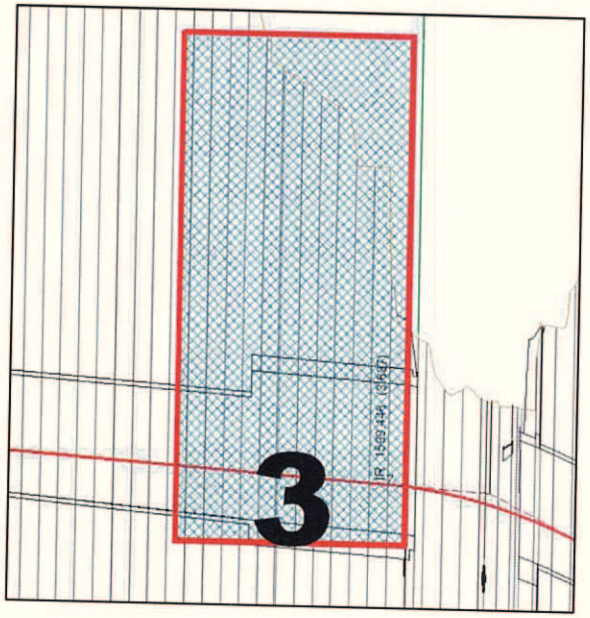
Prescrizione CIPE contenute nell'allegato 1 alla delibera CIPE n. 77 del 8/2007 - ...dovrà essere attuato un adeguato monitoraggio dell'edificio ex-AIAS...

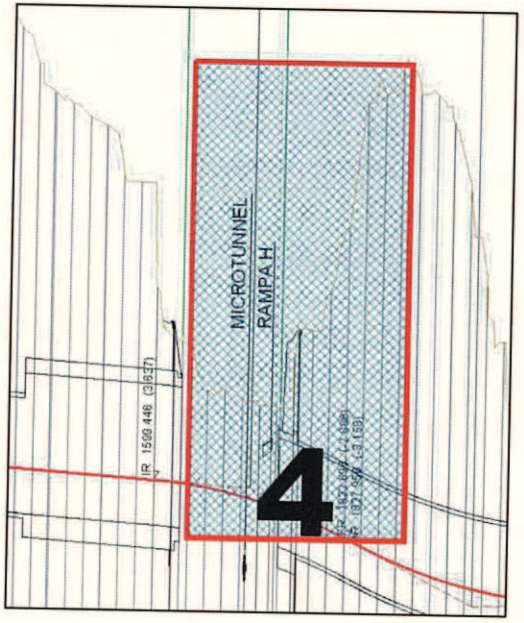
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

E' stato altresì implementato un monitoraggio di tipo strutturale in accordo con le prescrizioni CIPE, al fine di monitorare gli effetti in superficie indotti dallo scavo della galleria sottostante.

3







GALLERIA CAPPUCCINI - STRUTTURA MULTIPIANO - VARIANTE di LIVELLETTA

La suddetta variante ha comportato l'eliminazione della struttura multipiano originariamente prevista nel PDA a vantaggio di un minore impatto sull'ambiente circostante.

SVINCOLO MIRAMARE - VARIANTE di LIVELLETTA

La variante di livelletta ha comportato per il suddetto svincolo solo una ridefinizione altimetrica dello stesso. Le attività di progettazione e variante di tracciato sono state, comunque, verificate nella piena compatibilità con lo svincolo Margonara, anche se la connessione tra l'Aurelia bis ed il lungomare di Savona, compreso fra Miramare e Punta Margonara, inizialmente risolta con due svincoli semidirezionali, veniva di fatto ridotta a seguito dell'approvazione da parte del C.I.P.E. (Deliberazione n. 77 del 3 Agosto 2007) e relative prescrizioni che hanno comportato l'eliminazione dello svincolo di Punta Margonara.

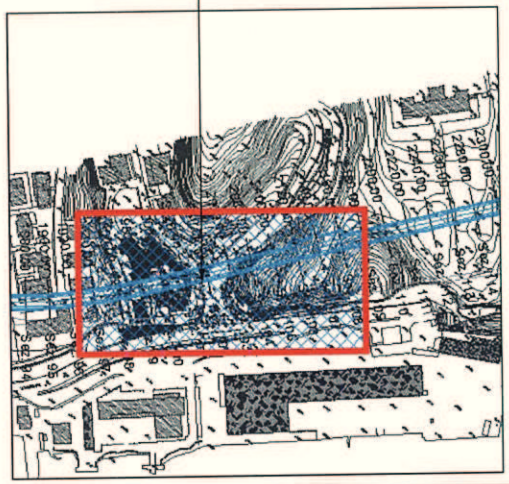
4

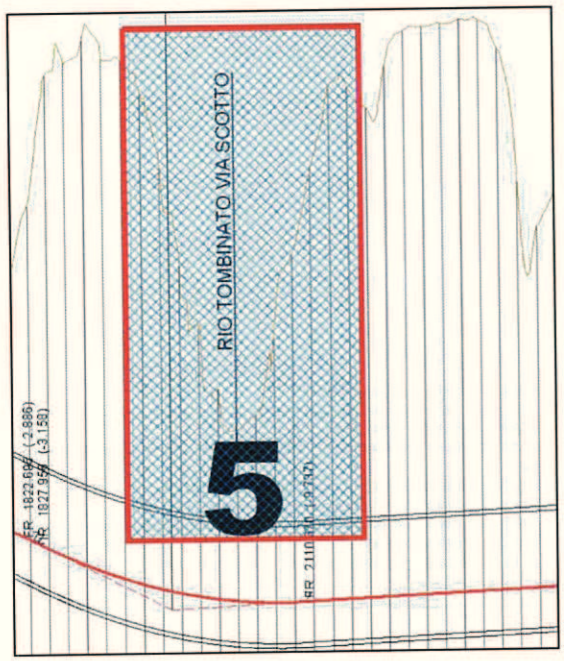


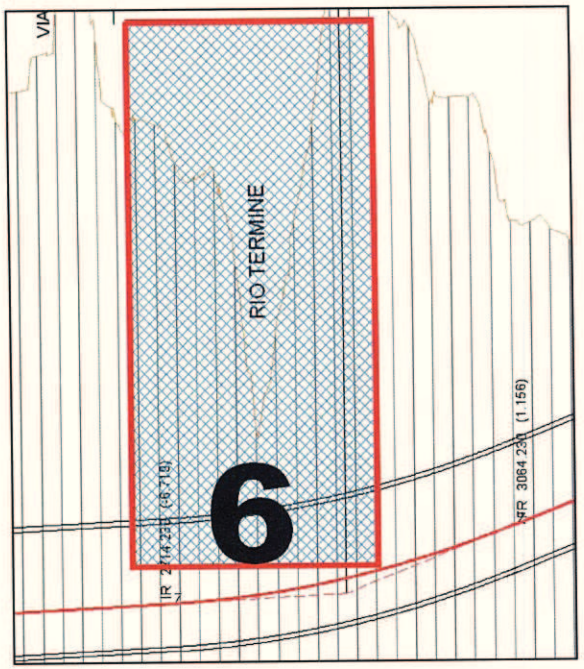
5

GALLERIA S. PAOLO - VIA SCOTTO - VARIANTE di LIVELLETTA

CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.







6

GALLERIA S. PAOLO - RIO TERMINE - VARIANTE di LIVELLETTA

CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.
CSA NG art. 6 p.to 4. Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato l'eliminazione delle opere presenti, con la conseguente eliminazione degli accessi alla zona stessa.
CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i.
L'ulteriore abbassamento della livelletta con la conseguente eliminazione delle opere è in linea con la nuova normativa di Piano di Bacino.

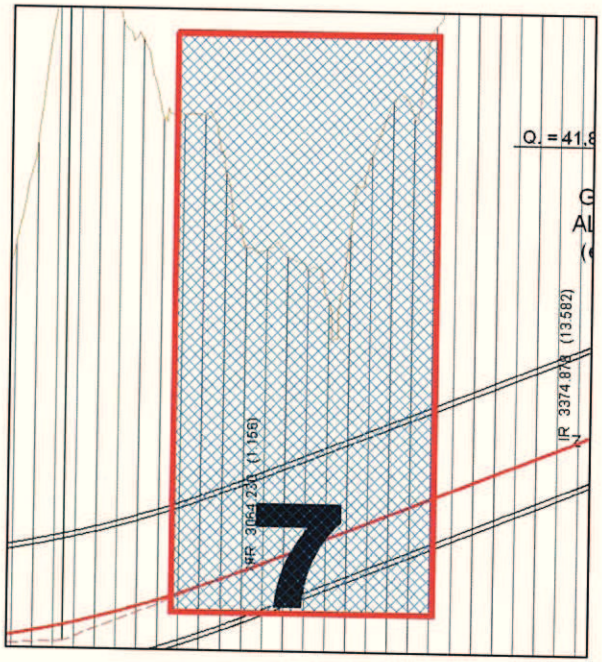


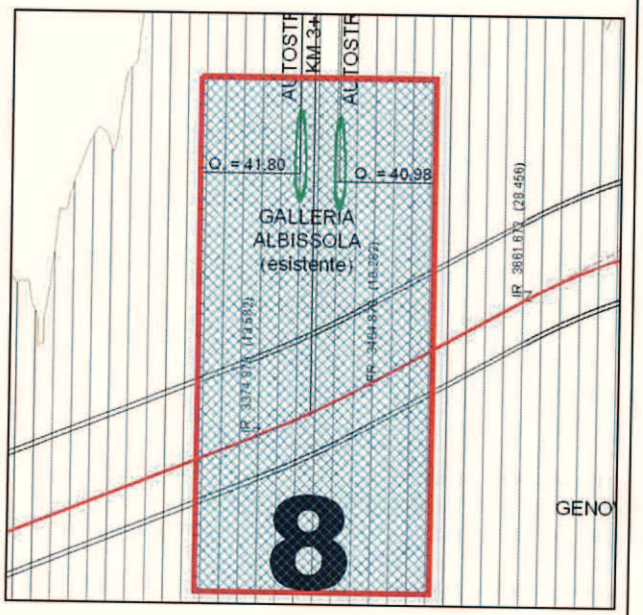
GALLERIA S. PAOLO - RIO SOLDINO (Villa Fresia) - VARIANTE di LIVELLETTA

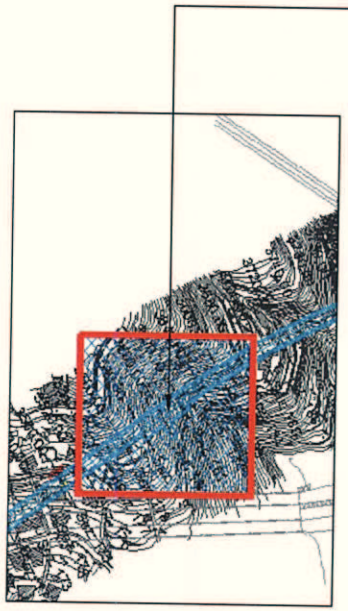
7

CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.
CSA NG art. 6 p.to 4. Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato l'eliminazione delle opere presenti, con la conseguente eliminazione degli accessi alla zona stessa.
CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i.









8

GALLERIA S. PAOLO - GALLERIE AUTOSTRADALI - VARIANTE di LIVELLETTA

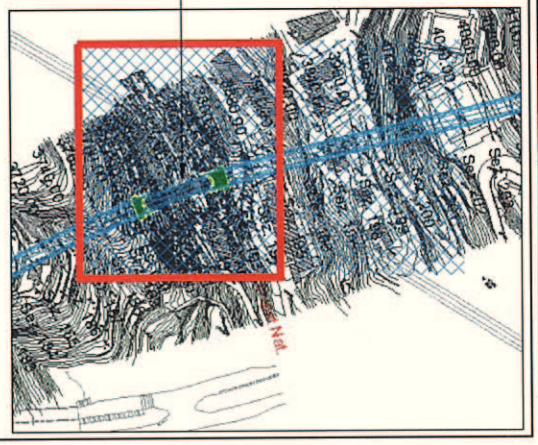
CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...
L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.

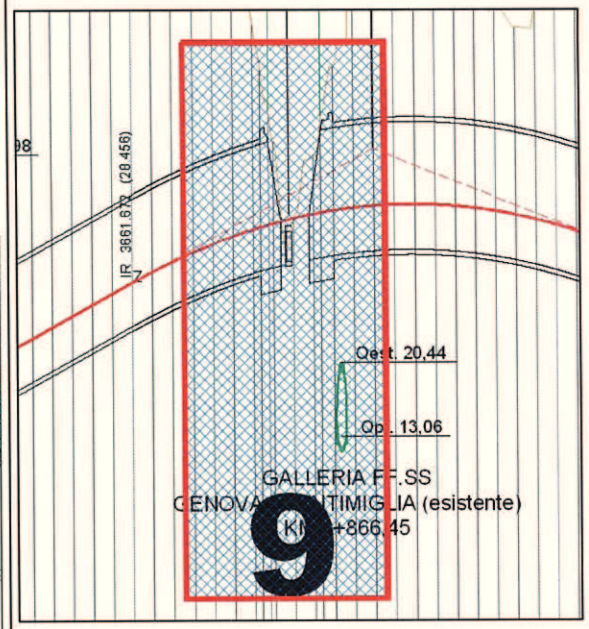
RIO BASCI - PRESCRIZIONE ENTE ACQUEDOTTO

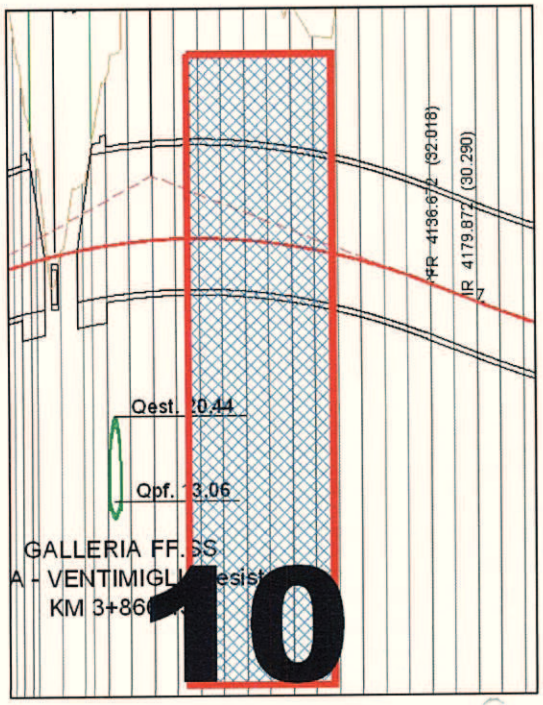
CSA NG art. 6 p.to 2. Recepimento della nuova normativa di Piano di Bacino della Provincia di Savona approvata con DCP n. 47 del 25/11/2003 e s.m.i.

La sistemazione idraulica del Rio Basci è stata pertanto ridefinita sulla base delle prescrizioni acquisite dall'Acquedotto di Savona relativamente all'eliminazione del tombamento previsto nel PDA e la realizzazione di un ponticello per il deflusso delle acque sottostanti.

9





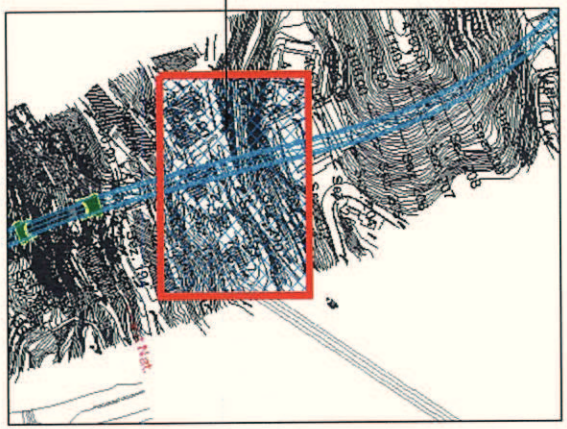


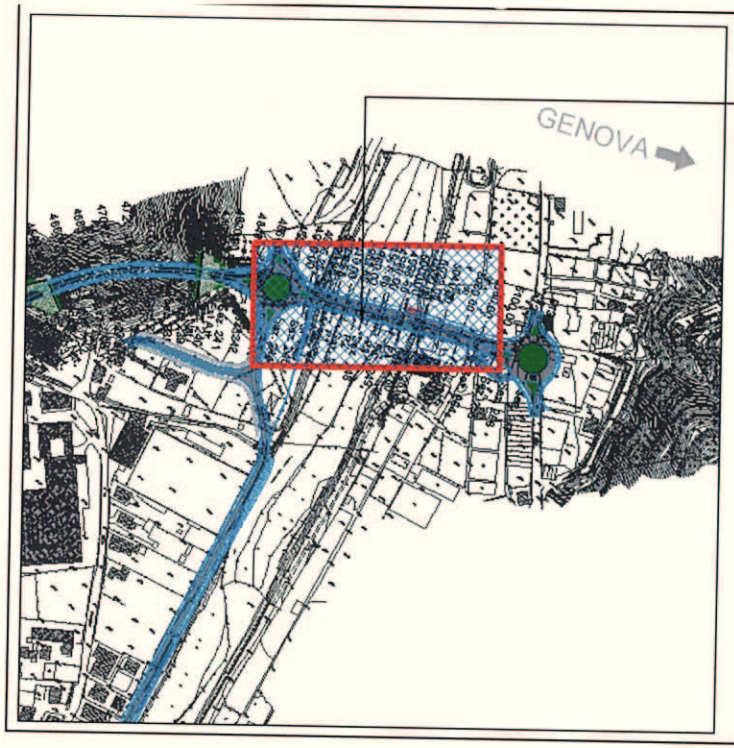
10

GALLERIA BASCI - GALLERIA RFI MONTE PASASCO - VARIANTE di LIVELLETTA

CSA NG art. 6 p.to 3 - Minimizzazione degli effetti tensiodeformativi e vibrazionali sugli edifici interessati, direttamente e/o indirettamente, dal tracciato stradale: riduzione dei possibili danni indotti sugli edifici e del relativo disagio agli abitanti, inteso come possibilità di evitare sgomberi anche temporanei degli edifici stessi...

L'ulteriore abbassamento della livelletta ha comportato un miglioramento del franco di sicurezza nei confronti degli edifici soprastanti il suddetto passaggio a bassa copertura.





VIADOTTO SANSOBBIA - VARIANTE PLANIMETRICA

CSA NG art. 6 p.to 1 - Recepimento della nuova classificazione sismica dei comuni interessati dai lavori prevista dall'OPCM 3274 del 20/03/2003

CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sul traffico e sulla viabilità locale direttamente interessata dai lavori: riduzione al minimo di deviazioni provvisorie, di chiusure al traffico di strade e/o di accessi a nuclei abitativi, etc. In particolare sarà necessario tenere conto ...del ponte sul Sansobbia che, durante i lavori, dovrà restare aperto al traffico adottando opportuni restringimenti di carreggiata...

CSA NG art. 6 p.to 5 - Minimizzazione degli impatti sulle opere infrastrutturali interessate dal tracciato: ...per il viadotto sul torrente Sansobbia la possibilità di procedere al previsto allargamento senza l'adozione di nuove pile in alveo o, in subordine, con l'adozione di fondazioni di tipo diretto o con pali di fondazione di lunghezza non maggiore di quelli già realizzati alla base delle pile esistenti e/o tale da porsi al di sopra della falda in alveo...

Prescrizione CIPE contenute nell'allegato 1 alla delibera CIPE n. 77 del 3/8/2007 - ...dovranno essere realizzate delle opere di riqualificazione dell'ambiente fluviale con particolare riferimento agli interventi sul Sansobbia che comporteranno significative modifiche dell'alveo e di sponda destra...

Nota Acquedotto prot. 17843/GEOP del 03/11/2010 p.to 3: ...anche per quanto riguarda le opere previste sull'alveo del torrente Sansobbia, allargamento dell'attuale ponte Pertini, riteniamo indispensabile rivedere la tipologia delle fondazioni previste, vista la loro evidente interferenza con le falde captate dai 9 pozzi ubicati a valle dell'intervento...

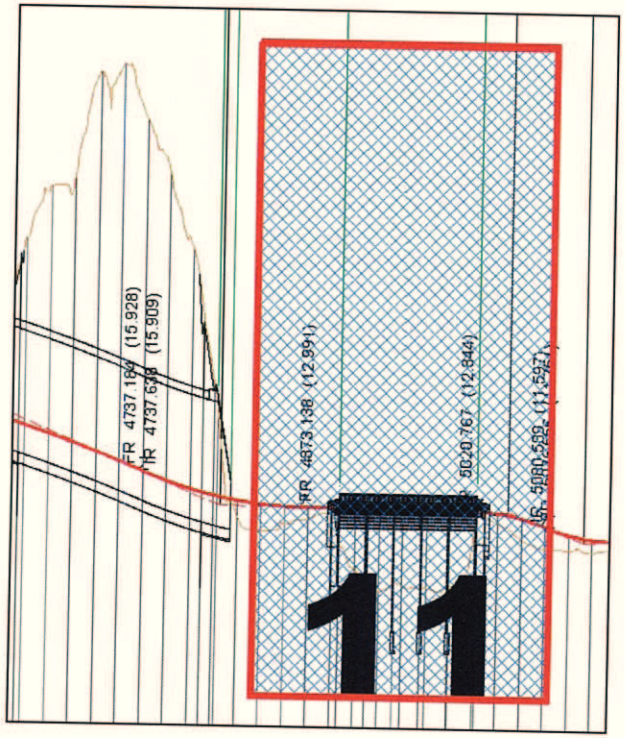
Nella fase di progettazione esecutiva è stata apportata una variante planimetrica per consentire il traffico anche nelle fasi realizzative sull'attuale viadotto Sansobbia e ottimizzazioni strutturali del viadotto Sansobbia, ora in affiancamento all'esistente.

La variante planimetrica suddetta ha consentito di risolvere le criticità sopra menzionate, procedendo all'adeguamento delle fondazioni dirette ed indirette (unico plinto di fondazione a monte dell'opera, accorciamento pali di fondazione), limitando in tal modo il disturbo alle falde acquifere, il disturbo dell'alveo del torrente stesso, con la riduzione delle opere provvisionali, mantenendone però gli interventi di protezione delle pile in quanto prescrizione CIPE, progettando la parte di impalcato nuovo secondo il DM 2008.

Oltre quanto sopra si sono ottenuti i seguenti vantaggi funzionali:

a) Miglioramento viabilità da mantenere attiva durante l'esecuzione dei lavori (art. 6.4 del CSA NG);
b) Miglioramento funzionalità opera (la nuova parte del viadotto è progettata secondo i criteri NTC-2008 e la parte restante del viadotto in futuro è adeguabile senza comprometterne la viabilità interessata);
c) Riduzione interventi alla base con conseguente riduzione delle opere di protezione fluviale.

Conseguentemente sono state approtate gli adeguamenti necessari planimetrici alle rotatorie in sponda DX e SX del torrente Sansobbia e l'ubicazione planimetrica dell'imbocco Est della Galleria Grana.



ANAS S.P.A.

PROVINCIA DI SAVONA

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

Interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola

e i porti di Savona e Vado

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO 3 ALLA RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

QUADRO SINOTTICO

www.sgai.com

D'APPOLONIA
VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8146 FAX +39 010 362 1278 P. IVA 03476650102
e mail: dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

Eletec 2000 S.r.l.

QUADRO SINOTTICO DELLE VARIANTI E RECEPIMENTO CIPE

		PD	Soluzione	Recepimento Normativo	Piano di Bacino	CIPE	effetti tensiodeformativi e vibrazionali	impatti sul traffico	interf.opere infrastrutturali	Sicurezza in corso d'opera	Sicurezza in esercizio	prestazioni materiali	durabilità	manutenzione
1 - Opere in sotterraneo	a. Adeguamento a sezione tipo C1 in sotterraneo	sezione ridotta (CNR/80)	Si adeguano le gallerie alle attuali normative e linee guida. Si propongono inoltre soluzioni sulla sicurezza.	D.M.5/11/01 e linee guida ANAS 2006							Si			
	b. Esecuzione gallerie>1km con fresa meccanica TBM e rivestimento prefabbricato	scavo in tradizionale	lo scavo con TBM riduce gli effetti tensodeformativi sul contorno ed in superficie nei casi di scavo a bassa copertura rispetto allo scavo in tradizionale. Si evita l'impiego di esplosivi.			Si	Riduzione	Riduzione: il materiale giunge direttamente all'imbocco Ovest Cappuccini o al molo Miramare, non vi sono altri imbocchi (per le gall.>1km)		Si. L'esecuzione di scavo mediante fresa scudata riduce i rischi per i lavoratori, rispetto al metodo tradizionale		Si. Elementi prefabbricati	Si, il rivestimento definitivo è in elementi prefabbricati, iniettati a tergo. Essi garantiscono una elevata durabilità.	
	c. esecuzione piazzole, camminamenti protetti e cunicolo di emergenza e cunicolo impianti	solo piazzole non disposte in modo standard	Si introduce per le gallerie superiori al km piazzole secondo normativa, cunicoli di emergenza con appositi locali filtro per l'accesso. Si introduce inoltre un cunicolo per impianti affiancato al cunicolo d'emergenza per consentire interventi senza interferire con traffico.	Si. D.M.5/11/01 e linee guida ANAS 2006							Si, adeguamenti per la sicurezza.			Si, il cunicolo impianti può avere diverse funzioni.
	d. Pavimentazione in materiale ignifugo nelle gallerie >1km (calcestruzzo)	pavimentazione in conglomerto bituminoso	Per migliorare la sicurezza in gallerie>1km in aree urbanizzate (con possibile congestione del traffico), si è introdotta la pavimentazione ignifuga in calcestruzzo. Essa consente, inoltre, di aumentare la visibilità (colore più chiaro) e di ridurre il rumore.								Si. La pavimentazione in calcestruzzo aumenta la sicurezza sia in caso di incendio essendo ingifuga, sia in esercizio essendo più riflettente.		Si. La pavimentazione in cls ha una maggiore durabilità di quella in conglomerato bituminoso	Si abbattono gli interventi manutentivi.
	Galleria San Paolo e Galleria Basci		Per ottemperare alle prescrizioni della Provincia sul Rio Basci ed eliminare il passaggio parietale alla pk2750, si è abbassata la livelletta portando l'uscita della galleria S.Paolo al Basci					Riduzione: I cantieri all'esterno vengono ridotti al solo effettuare il riempimento con materiale idoneamente trattato.						
	f. Soluzione interferenza via Mignone con abbassamento livelletta	interferenza geometrica con rio San Lorenzo.	Si oltrepasserà l'interferenza del rio tombinato abbassando la livelletta, diminuendo così anche le interferenze con gli altri edifici.			Si	Riduzione degli effetti in superficie							
	g. Risoluzione interferenza via Scotto con passaggio in sotterraneo previo consolidamento dall'alto.	Esecuzione di un trattoin artificiale	Aumentando gli interventi di consolidamento dall'alto e con l'effetto migliorativo della metodologia di scavo, si effettuerà il passaggio per via Scotto completamente in sotterraneo, evitando l'interruzione della strada che porta all'ospedale anche durante i lavori.			Si	Riduzione degli effetti mediante consolidamenti e metodologia di scavo	Riduzione. Il passaggio in sotterraneo consentirà di evitare l'interruzione della viabilità per via Scotto verso l'Ospedale.						
	h. Risoluzione interferenza linea ferroviaria Genova-Ventimiglia con consolidamento dall'alto della galleria esistente ed aumento della livelletta	Passaggio senza interventi di consolidamento	. Si è introdotto un consolidamento mediante barre vtr cave iniettate, dall'alto ed un innalzamento della livelletta per minimizzare l'effetto tensodeformativo sull'opera esistente. . Un monitoraggio adeguato . Innalzamento della livelletta			Si	Riduzione degli effetti mediante innalzamento della livelletta e consolidamento dall'alto dell'opera esistente		Minimizzazione dell'interferenza					
	Soluzione del passaggio parietale alla pk 2750	Il passaggio è risultato parietale non eseguibile	. L'abbassamento diela livelletta ha scongiurato il collasso della galleria e delledificio SP17			Si	Si							
	i. Eliminazione parcheggio. Imbocco Est Cappuccini.	Struttura di 3 piani di alleggerimento a possibile destinazione pubblica. Muro ad Arco non considerato	. L'abbassamento di livelletta ha portato ad eliminare la struttura di alleggerimento e spostare l'imbocco . Si evita l'interferenza con il muro ad arco, non evidenziato in PD	NTC-08										
	j. Imbocco Est Cappuccini - Edificio AIAS. Studio non ha evidenziato problematiche, con lo scavo, si porpone monitoraggio.	-	. Si è definito un intervento mediante jet-grouting armato, dopo aver evidenziato la non coerenza e continuità delle fondazioni ex.aias. . Si è introdotto l'abbassamento della livelletta			Si	Gli effetti dello scavo, con la copertura prevista non influenzano localmente l'edificio con distorsioni angolari o assestamenti differenziali							
	k.Monitoraggi: si confermano con aggiunta AIAS e piezometri agli imbocchi	monitoraggi completi ed esaurienti.	Si sono adeguati al metodo di scavo, all'esterno si è introdotto il monitoraggio edificio AIAS e galleria ferroviaria Genova Ventimiglia. . Si è introdotto il monitoraggio in tempo reale del sovrascavo, VTR, e delle azioni correttive in relazione agli edifici presenti.											
	Imbocco TBM da Basci Est	-												
	l. Adeguamento delle opere a Nuovo testo unico sulle costruzioni 2008 comprensivo della relativa classificazione sismica	DM 11.3.88 e DM 96	Si è voluta dare un valore aggiunto alle opere recependo la nuova classificazione sismica e dimensionandole con l'applicazione del Nuovo testo unico sulle costruzioni 2008.	NTC-08							Si. Strutture dimensionate in zona sismica e con le ultime normative vigenti.	Si.	Si.	Si. Introduzione delle classi di esposizione per I materiali impiegati
2 - Tracciato	a. adeguamento livelletta su viadotto La Rusca		Per ovviare alle maggiori dimensioni dell'impalcato dimensionato con NTC-08 si è adeguato il profilo rispettando I franchi con le viabilità sottostanti											
	Modifica del profilo via Mignone	la sezione di galleria è in interferenza con il rio tombinato	si è aggiornato il profilo ottimizzando aumentando il franco al rio San Lorenzo.											
	pendenze via Scotto	pendenze dell'8%	Adeguamento della livelletta con pendenze del 7%, rese possibili per le metodologie di scavo	DM 5/11/01							si			
	modifica profilo Artificiale 2 Basci		Innalzamento del profilo per risolvere l'interferenza con la galleria ferroviaria.		Si	Si			SI, miglioramento					
	miglioramento rampe G e H svincolo Miramare		Si sono migliorati profili rampe G e H svincolo Miramare, tenendo conto dei sottoservizi presenti.											
	Diagramma di Velocità e visibilità	non presente	Le soluzioni proposte sono state adeguate e verificate con le prescrizioni relative al diagramma di velocità e visibilità	DM 5/11/01							si			
	Variante planimetrica consegunete all'allargamento da un solo lato (lato verso monte) del viadotto Sansobbia		Modifica planimetrica dell'asse del tracciato principale a partire dalla progressiva 4+704,06					Si - netta separazione tra l'area di cantiere e la viabilità esistente						
	Viadotto Grana verificato a NTC-08	non in zona sismica	verifica del viadotto in zona sismica e con il nuovo testo unico	NTC-08										
	Viadotto La Rusca- Varo a spinta		La soluzione del varo a spinta consente di minimizzare le interferenze con la viabilità sottostante, in particolare quella ferroviaria.					Si. Netto miglioramento interferenze con linea ferroviaria e viabilità						

		PD	Soluzione	Recepimento Normativo	Piano di Bacino	CIPE	effetti tensiodeformativi e vibrazionali	impatti sul traffico	interf.opere Infrastrutturali	Sicurezza in corso d'opera	Sicurezza in esercizio	prestazioni materiali	durabilità	manutenzione
3 - Viadotti	Viadotto La Rusca verificato a NTC-08	non in zona sismica	verifica del viadotto in zona sismica e con il nuovo testo unico	NTC-08										
	Viadotto Sansobbia - ampliamento da un unico lato (lato monte) del ponte esistente	l'ampliamento del ponte era previsto da ambo i lati	predisposizione di giunto longitudinale				miglior comportamento a flessione trasversale	Si - netta separazione tra l'area di cantiere e la viabilità esistente		Si - minori demolizioni da porre in atto				
	Allargamento Viadotto Sansobbia verificato a NTC - 08	non in zona sismica	verifica dell'allargamento del viadotto in zona sismica e con il nuovo testo unico	NTC-08										
	Viadotto Sansobbia esistente verificato a DM 90		l'impalcato esistente è stato verificato col DM 90	DM 90										
	Opere fondali	palificate	Palificate ridimensionate e verifica sulla base del nuovo testo unico NTC-08	NTC-08										
4 - Impianti														
5 - Idraulica e Piano di Bacino	Adeguamento al Piano di Bacino vigente		verifiche idrauliche ed adeguamento delle regimazioni al piano di bacino vigente	Normativa Piano di Bacino vigente	Si	Si								
	Rio Termine	Interventi di regimazione	Il passaggio con livelletta abbassata evita di interferire con il Rio.	Normativa Piano di Bacino vigente	Si	Si		Riduzione delle attività presso il Rio Termine, nonché degli espropri necessari						
	Rio Sodino	Riempimento del rio a monte della galleria	Il passaggio con livelletta abbassata evita di interferire con il Rio.	Normativa Piano di Bacino vigente	Si	Si		Riduzione delle attività presso il Rio Sodino, nonché degli espropri necessari						
	Rio Basci	Riempimento del rio a monte della galleria	La Provincia non accetta tale soluzione in quanto in contrasto con la normativa di piano. Si è introdotto un passaggio mediante viadotto prolungando la S.Paolo e riducendo la galleria Basci.	Normativa Piano di Bacino vigente	Si	Si								
	Vasche di trattamento acque di prima pioggia	non previste	Introduzione vasche di trattamento in continuo prima dello scarico nei recettori	Dlgs 152/2006										
6 - Sistemazioni a Verde	Integrazione dell'opera nel paesaggio circostante e minimizzazione degli impatti		Interventi di inserimento paesaggistico - ambientale per gli svincoli e gli imbocchi delle gallerie	PRUSST e PTC		Si								
7 - Cantierizzazione	Cambiamento direzione scavo meccanizzato delle gallerie	Scavo meccanizzato delle gallerie naturali direzione Savona-Albisola	Scavo, da Albisola verso Savona, con partenza dall'imbocco Est Basci, Area 3W. Gli spazi sono spazi necessari per il montaggio e il supporto alle attività di scavo sono stati ricavati incrementando le aree ad occupazione temporanea in località Sansobbia. Questo sotanziale cambiamento ha prodotto un riorganizzazione totale dei lavori, e la necessità di anticipare la realizzazione del viadotto e della galleria Grana per poter raggiungere il deposito temporaneo dello smarino ubicato nell'Area 2 in località Sansobbia					Riduzione degli impatti sulla viabilità locale in quanto, per gli approvvigionamenti, i mezzi di cantiere dopo essere usciti dal casello autostradale di Albisola dovranno percorrere solo pochi km per raggiungere le aree logistiche di supporto (Stoccaggio conci), evitando cosi di attraversare le zone centrali di Savona.	Eliminazione delle interferenze dirette tra le opere di scavo (diaframmi), necessari per montaggio della TBM con le fondazioni a pozzo di muri a contrafforte di sostegno rilevato autostradale				
8 - Monitoraggio Ambientale	Programma e procedure di monitoraggio ambientale.		L'impresa, certificata ISO 14000:2004, adotterà ogni adempimento in materia ambientale in ottemperanza anche alla propria certificazione.	- "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle Opere di cui alla Legge Obiettivo Legge No. 443 del 21 Dicembre 2001" (MATTM, 2003); - "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle Infrastrutture Strategiche ed Insediamenti Produttivi di cui al D.Lgs No. 163 del 12 Aprile 2006", Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, MATTM, Rev. 2 del 23 Luglio 2007 (MATTM, 2007)										

ANAS S.P.A.

PROVINCIA DI SAVONA

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

Interconnessione tra i caselli dalla A-10 di Savona e Albisola

e i porti di Savona e Vado

PROGETTO ESECUTIVO

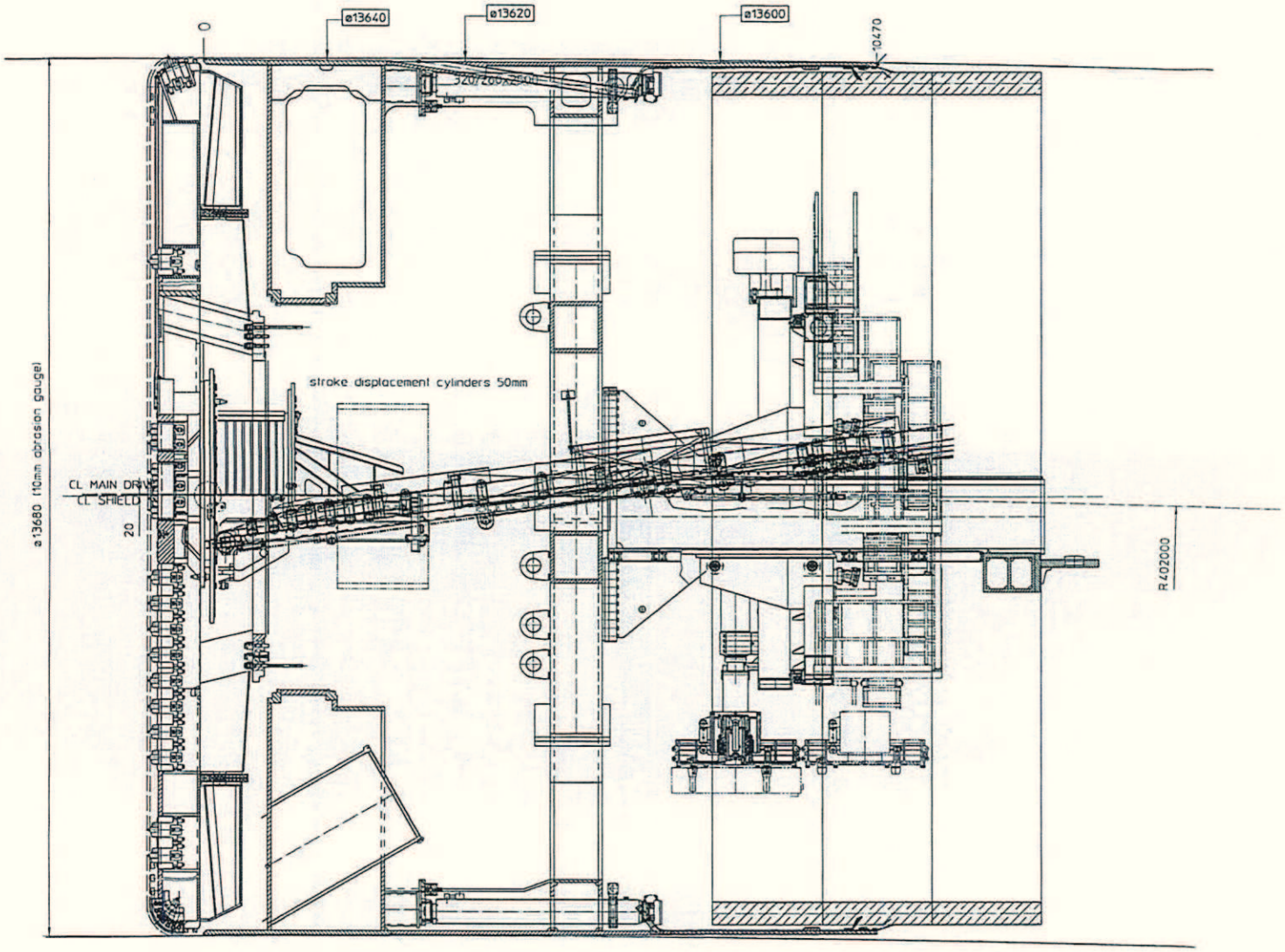
ALLEGATO 4 ALLA RELAZIONE GENERALE TECNICA E DESCRITTIVA

TAVOLE SINOTTICHE TBM

SGAI
www.sgai.com

D'APPOLONIA
VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1278 P. IVA 03476650102
e-mail: dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

Eletec 2000 S.r.l.



Index	Änderung	Datum	Bearb.	Datum	Gepr.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmuster-Eintragung vorbehalten. ISO 16016

HERRENKNECHT AG
Schlehenweg 2
D-77963 Schwanau
Tel: 07824/302-0
Fax: 07824/3403
www.herrenknecht.de

HERRENKNECHT
Tunnelvortriebstechnik

Zeichnung	Projekt	Maschinentyp
Konzept	S-643	EINFACHSCHILD-TBM

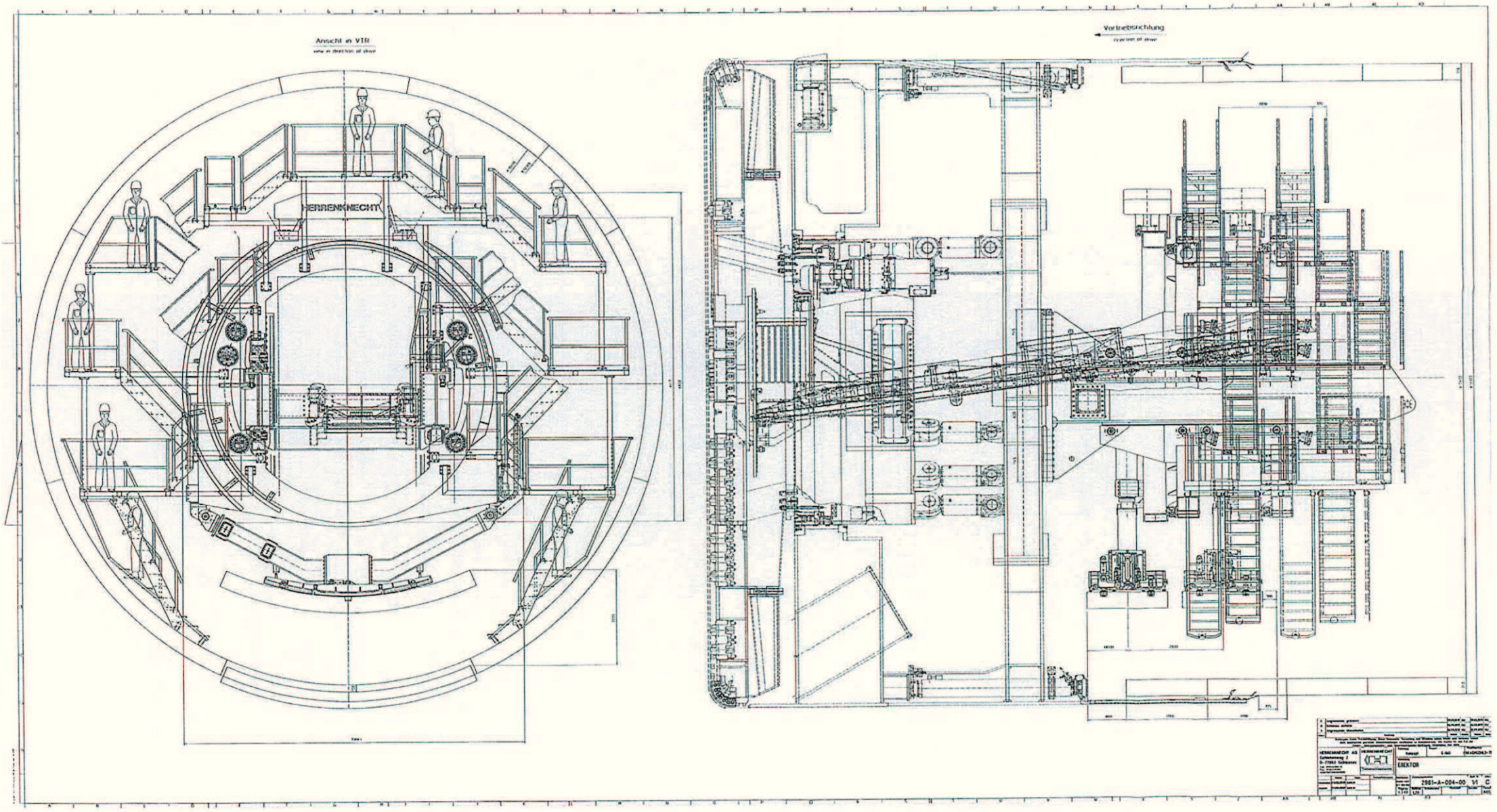
Benennung
GRENZKURVE
R=402M

	Datum	Name	Freimaßtoleranzen
Bearbeitet	02.11.2010	Butschan D.	
Geprüft	02.11.2010	Butschan D.	

Oberflächenangabe nach ISO 1302:1992	Zeichnungsnummer	Blatt Nr.	Index
	2961-A-001-05	1/1	

Projektion	Maßstab	Artikelnummer	Werkstoff	Gewicht/	Format
	1:50				A2

Erstellt mit CoCreate HED Release 16.00D


Ansicht in VTR
view in direction of drive
HERRENKNECHT
Vortriebsrichtung
direction of drive

