

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTO ESECUTIVO

**PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN
SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO
NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA**

PARTE GENERALE

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 7 2	0 1	E	ZZ	RG	MD 0 0 0 0	0 0 3	C

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)



Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione	Velotta	Ottobre 2010	Piccirillo	Ottobre 2010	S. Esposito
B	Emissione a seguito istr. Italferr	Piccirillo	Nov. 2011	Barra	Nov. 2011	S. Esposito Nov. 2011
C	Emissione a seguito istr. Italferr	Piccirillo	Gen. 2012	Barra	Gen. 2012	S. Esposito Gen. 2012

Nole del file:

RS7201EZZRGMD00000003_C.do
c

n: Elab.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 2 di 106

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO....	13
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	13
3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
3.3 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	15
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO	17
4.1 INDAGINI GEOTECNICHE	17
4.1.1 Campagna geognostica "Metrotram" del 2000	17
4.1.2 Campagna geognostica "Metroferrovia" del 2003	17
4.1.3 Campagna geognostica del 2010	21
4.1.4 Letture piezometriche	29
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	34
4.2.1 Lineamenti stratigrafici principali	34
4.2.2 Criteri di valutazione dei parametri geotecnici	35
4.2.3 Parametri geotecnici di progetto.....	36
5. IDROLOGIA E IDRAULICA.....	37
5.1 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DELLA TRINCEA UCCIARDONE.....	37
5.2 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DELLE GALLERIE DI LINEA	39
5.3 CANALETTE DI LINEA	39
5.4 ANALISI INTERFERENZA IDRAULICA GALLERIA ARTIFICIALE IN VIA CRISPI .	39
6. SISMICA.....	41
7. ARCHEOLOGIA	42
7.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO	42
7.2 INDAGINI ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI.....	43
8. RECEPIMENTO PRESCRIZIONI	45
9. INFRASTRUTTURA FERROVIARIA	47
9.1 DATI E REQUISITI DI BASE	47
9.2 TRACCIATO	47
9.2.1 Andamento planimetrico	47
9.2.2 Andamento altimetrico	48
9.3 CORPO STRADALE FERROVIARIO	48
9.4 SEZIONI TIPO	49
9.5 OPERE D'ARTE	62

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 3 di 106

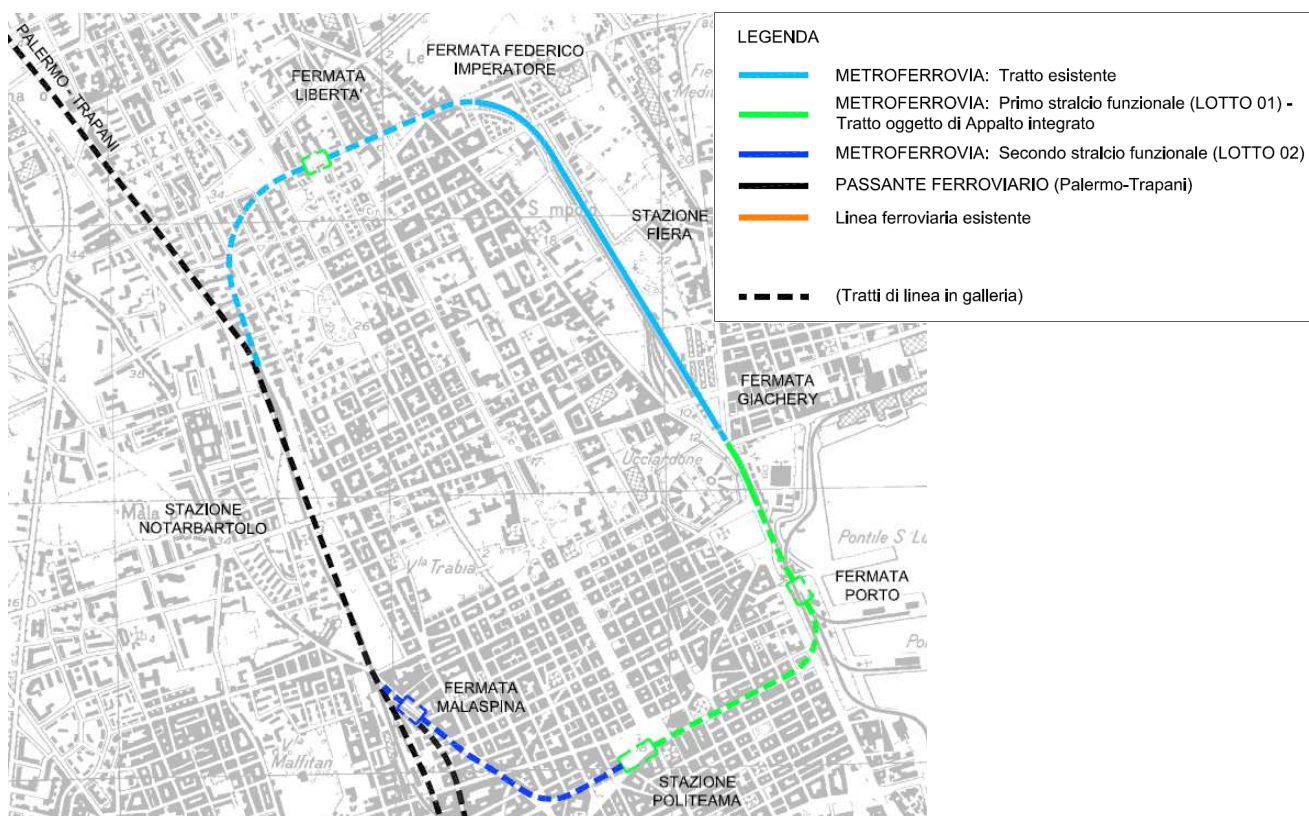
9.5.1	Fermata Libertà (GA11-FV01)	62
9.5.2	Trincea dell'Ucciardone (TR01)	65
9.5.3	Galleria Artificiale Crispi a singolo binario (GA01)	67
9.5.4	Fermata Porto (GA12/FV02)	70
9.5.5	Galleria Artificiale Crispi/Amari a singolo binario (GA02)	74
9.5.6	Stazione Politeama (GA13).....	77
9.6	ARMAMENTO	81
9.6.1	Rotaie.....	81
9.6.2	Traverse	81
9.6.3	Organi d'attacco	81
9.6.4	Ballast.....	81
9.6.5	Scambi.....	82
9.6.6	Giunzioni	82
9.6.7	Apparecchi di fine corsa.....	82
9.7	IMPIANTI.....	82
9.7.1	Impianti Fermata Libertà (FV01)	82
9.7.2	Impianti Fermata Porto (FV02).....	83
9.7.3	Impianti Stazione Politeama(FV03)	84
9.7.4	Impianto di sicurezza e segnalamento.....	85
9.7.5	Impianti Security.....	87
9.7.6	Impianti L.F.M.	88
9.7.7	Adeguamento sicurezza gallerie e supervisione stazioni e fermate	90
9.7.8	T.E. – Linea di contatto	90
9.7.9	Impianti antincendio, Safety, HVAC.....	90
9.7.10	Impianto idrico antincendio gallerie	91
10.	CANTIERIZZAZIONE	92
11.	PROGETTO AMBIENTALE	94
12.	ESPROPRI	96
13.	FASI REALIZZATIVE	97
14.	DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA	105
15.	SICUREZZA	105

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 4 di 106

1. PREMESSA

Nell'ambito dei programmi di potenziamento delle infrastrutture di trasporto pubblico nell'area urbana di Palermo, è previsto il completamento della "Metroferrovia di Palermo" con chiusura ad anello dell'esistente ramo in esercizio a singolo binario compreso tra le stazioni Notarbartolo e la fermata Giachery, in cui ricadono anche la fermata Imperatore Federico e la stazione di Fiera.

L'intervento di completamento prevede un nuovo tratto di linea a semplice binario, di sviluppo pari a circa 2900 m, interamente ricadente nell'ambito del centro urbano della città di Palermo, e compreso tra l'attuale Fermata Giachery, la zona del Porto, via Emerico Amari, Piazza Politeama, Via Malaspina e l'attuale Stazione Notarbartolo.



Il progetto del nuovo tratto è suddiviso secondo due lotti funzionali:

1. Primo lotto funzionale (Lotto 01): compreso tra l'esistente Fermata Giachery e la futura Stazione Politeama, interamente previsto in galleria artificiale ed oggetto del presente appalto;
2. Secondo lotto funzionale (Lotto 02): compreso tra la Stazione Politeama e la Stazione Notarbartolo, che verrà realizzato interamente in galleria naturale.

Il Progetto Esecutivo ed i lavori di realizzazione del *Primo lotto funzionale Chiusura dell'anello ferroviario*

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 5 di 106

in sotterraneo nel tratto di linea tra le stazioni di Palermo Notarbartolo e Giachery e proseguimento fino a Politeama sono stati affidati, mediante Appalto Integrato, dal Committente R.F.I. S.p.A. all'impresa esecutrice Tecnis S.p.A. ed all'A.T.I. di progettazione costituita tra Progin S.p.A. (capogruppo mandataria) e Sab s.r.l. (mandante).

Il progetto del primo lotto funzionale prevede, a parziale completamento dell'anello ferroviario in parte già esistente (Palermo Centrale-Notarbartolo-Giachery), la realizzazione di una nuova linea ferroviaria in galleria, dalla esistente Fermata Giachery fino alla Stazione Politeama, per uno sviluppo pari a 1618 m.

Gli interventi previsti riguardano il prolungamento dell'attuale binario dell'anello ferroviario esistente fino alla Stazione Politeama (prevista con due binari di attestamento) servendo la zona del porto con una fermata intermedia (Fermata Porto), e la realizzazione, nel tratto di linea esistente tra Notarbartolo e Fiera, della fermata Libertà.

Le problematiche progettuali generali, i criteri di scelta delle soluzioni ed il confronto con il P.D. sono stati esaminati nella Relazione Generale Descrittiva.

La presente relazione illustra in dettaglio le caratteristiche tecniche del nuovo collegamento ferroviario. In particolare, nel seguito vengono illustrati gli studi ed approfondimenti condotti, le caratteristiche geometriche e costruttive della nuova linea ferroviaria, le caratteristiche tecniche dell'armamento e degli impianti, le tipologie delle opere d'arte. Vengono inoltre illustrati gli aspetti di risoluzione delle interferenze ed espropri, gli interventi di inserimento ambientale e le problematiche realizzative.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 6 di 106

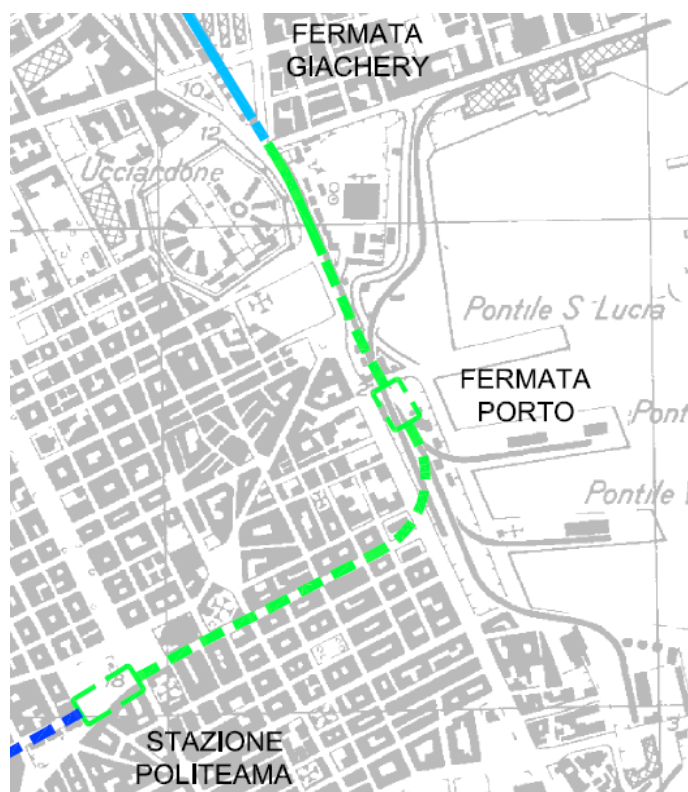
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO

Il tracciato ferroviario in progetto presenta uno sviluppo complessivo pari a 1618 m ed attraversa l'area urbana di Palermo compresa tra i quartieri Dante, Libertà-Politeama e Sampolo-Ucciardone.

L'intervento di completamento prevede un nuovo tratto di linea a semplice binario, di sviluppo pari a circa 2900 m, interamente ricadente nell'ambito del centro urbano della città di Palermo, e compreso tra l'attuale Fermata Giachery, la zona del Porto, via Emerico Amari, Piazza Politeama, Via Malaspina e l'attuale Stazione Notarbartolo.

Il progetto prevede, a parziale completamento dell'anello ferroviario in parte già esistente (Palermo Centrale-Notarbartolo-Giachery), la realizzazione della linea ferroviaria in galleria, dalla esistente Fermata Giachery fino alla Stazione Politeama.

Il tracciato si sviluppa secondo un percorso ad "L" che, a partire dall'attuale Fermata Giachery, procede parallelamente a via Crispi ed in corrispondenza dell'area portuale, con un'ampia curva a destra, devia immettendosi sull'asse via Emerico Amari - Piazza Politeama.



Il nuovo tracciato ferroviario di progetto inizia alcune centinaia di metri dopo l'esistente Fermata Giachery, subito all'uscita della galleria che sottopassa via Cristoforo Colombo, al km 3+621 (l'origine del sistema a cui sono riferite le progressive di progetto coincide con l'asse dell'esistente Stazione Notarbartolo).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 7 di 106

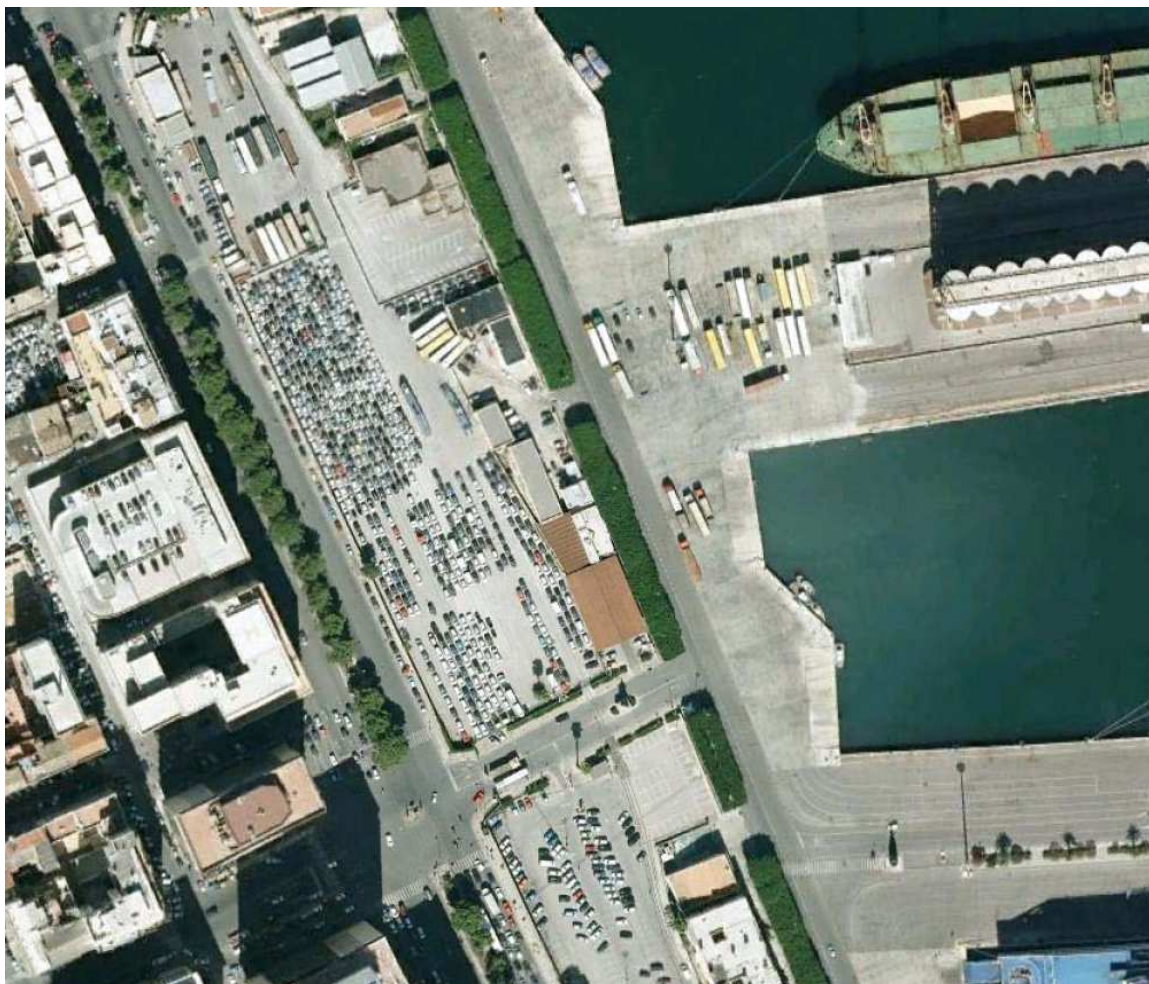


Da questo punto, la linea si sviluppa all'interno dell'area portuale, in trincea per 193,48 m (TR01 - Trincea Ucciardone), con andamento sub-parallelo a via Francesco Crispi fino al km 3+814,48, quindi in galleria artificiale a semplice binario (GA01 - Galleria Artificiale Crispi) per 354,39 m, fino al km 4+168,87. In questo tratto, all'interno dell'area portuale, è prevista la realizzazione della Fermata Porto, fino al km 4+263,20 (FV/GA12 - Fermata Porto).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 8 di 106



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A. 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 9 di 106



Da questo punto, la sede ferroviaria curva verso destra e verrà realizzata in galleria artificiale per 736,80 m fino al km 5+000 (GA02 - Galleria Artificiale Crispi/Amari), in asse a via Emerico Amari, correndo parallelamente agli edifici.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 10 di 106



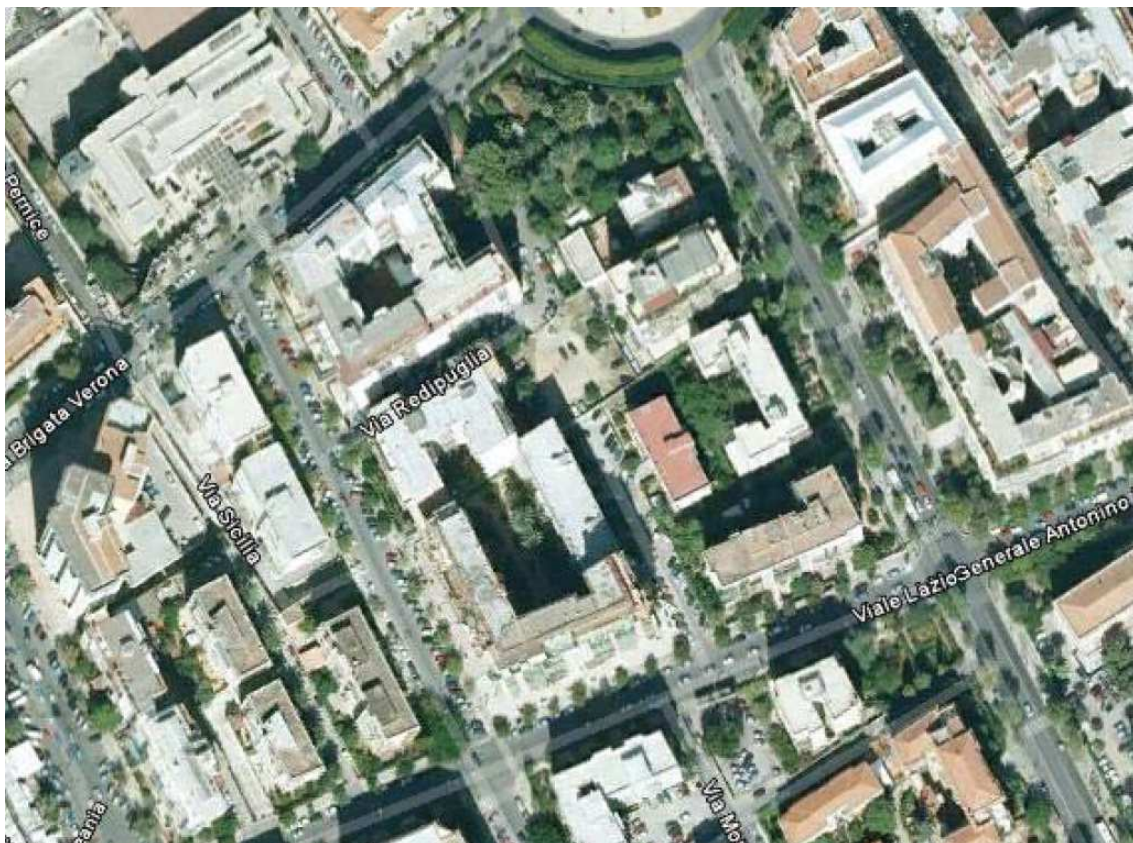
Dal km 5+000,00 al km 5+239,10, è prevista la realizzazione della Stazione Politeama (FV03/GA13 - Fermata Politeama), a doppio binario, al di sotto della omonima Piazza e della parte finale di via Emerico Amari.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 11 di 106



Infine, lungo il percorso dell'attuale metroferrovia in esercizio, nel tratto compreso tra la Stazione Notarbartolo e la Fermata Imperatore Federico, tra il km 1+386 ed il km 1+480, verrà realizzata, in galleria artificiale, al di sotto del tratto di via Lazio compreso tra l'incrocio con via Libertà e via Sicilia, la Fermata Libertà (GA11), mediante allargamento della galleria esistente e realizzazione delle relative strutture di accesso.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 12 di 106



Dal punto di vista altimetrico, la linea verrà realizzata sempre in galleria artificiale, con coperture molto basse.

Complessivamente, il territorio interessato dal tracciato ferroviario in progetto è interamente compreso all'interno del tessuto urbano della città, attraversando zone sempre densamente abitate e di elevato pregio residenziale.

La morfologia è quella tipica della Piana di Palermo, ampia zona quasi del tutto subpianeggiante, delimitata a Sud, a ovest ed a Nord dalle pendici dei monti di Palermo, ed a Est dalla linea di costa.

La Piana si apre sul mare a forma di mezzaluna, elevandosi dal livello del mare sino alla quota di un centinaio di metri dove, con una brusca rottura di pendenza, iniziano le più ripide pareti dei rilievi calcarei, con un andamento NW-SE parallelamente alla costa.

Nella porzione di Piana attraversata dalla linea in progetto, che ricade nella parte relativamente più prossima alla linea di costa, le quote sono comprese tra i 2 metri s.l.m. della zona portuale ed i circa 30 metri s.l.m. della zona di Piazza Lolli, e la morfologia è rappresentata da superfici subpianeggianti tendenti a degradare dolcemente in direzione della linea di costa.

Dal punto di vista idrografico, nell'area è presente un solo solco significativo, dato dal paleoalveo abbandonato del Torrente Passo di Rigano, il cui tracciato è chiaramente evidenziato dalla presenza di significativi spessori di terreni alluvionali.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 13 di 106

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona interessata, come quasi tutta la Piana di Palermo, è, da un punto di vista geologico, dominata dal "Complesso Calcareniticosabbioso", che nella sua generalità si presenta stratificato in banchi con giacitura lievemente inclinata verso l'attuale linea di costa.

All'interno dei singoli banchi spesso si intravede una stratificazione secondaria del tipo "incrociata" che ne denuncia una sedimentazione in ambiente litorale.

I granuli costituenti lo "scheletro" del sedimento sono di origine carbonatica ma frequenti livelli sono formati da granuli quarzosi.

La colorazione giallo-ocra è ascrivibile alla presenza di ossidi di ferro e di alluminio, il cemento è calcitico.

La giacitura della formazione calcarenitica è quella originaria e, quindi, il suo affioramento è dovuto ad "abbandono" del mare per il suo ritiro in seguito alla regressione.

Ciò significa che essa non è stata interessata da fenomeni tettonici di sollevamento che abbiano potuto provocare la formazione di faglie.

Entrando nel particolare, la successione litostratigrafica di questa formazione geologica è, generalmente, contraddistinta dalla presenza di:

- A. Biocalcareniti bianche a grana medio-fine uniforme, prevalentemente tenere, porose, presenti in banchi omogenei;
- B. Biocalcareniti reefoidi a coralli;
- C. Biocalcareniti a grana fine e media, da mediamente cementate a molto cementate, tessitura uniforme, in banchi e strati ben definiti;
- D. Calcilutiti;
- E. Arenarie ben cementate;
- F. Biocalcareniti a tessitura strato-nodulare sabbiosa, variamente cementate, costituite da strati sottili (3-10 cm) e medi (10-30 cm) discontinui e noduli stratiformi con sabbie medio-fini poco addensate;
- G. Biocalcareniti a tessitura nodulare, composte da noduli calcarenitici e stratonodulari interconnessi tra loro con sabbie poco addensate che occupano gli spazi internodulari;
- H. Biocalcareniti sabbiose, a grana medio fine uniforme, porose, a cementazione variabile;
- I. Sabbie calcarenitiche gialle o bianche a grana uniforme medio-fine con inclusi noduli calcarenitici;
- J. Sabbie grossolane e ghiaie;
- K. Sabbie limose e limi con noduli calcarenitici.

Nell'area direttamente interessata dalla Stazione Libertà è presente sostanzialmente il litotipo C, mentre per quanto riguarda la restante parte del tracciato (Trincea Ucciardone, Galleria Crispi, Stazione Porto, Galleria Crispi/Amari, Stazione Politeama) si deve dire che le indagini eseguite e le risultanze dei rilievi geologici ci confermano che questa porzione del centro urbano è caratterizzata dalla presenza di una zona di transizione geologica con frequenti variazioni di facies, interdigitazioni e passaggi verticali ed orizzontali tra i litotipi H, I, J, K.

Il complesso calcarenitico-sabbioso riferibile al Pleistocene poggia in concordanza stratigrafica sul

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 14 di 106

complesso limo-sabbioso del Pliocene costituito da limi sabbiosi grigi, poco consistenti o inconsistenti, ricchi in fossili con intercalati livelli sabbiosi poco addensati e strati calcarenitici cementati.

In discordanza stratigrafica ed angolare, al di sotto dei terreni Plio- Pleistocenici, si trova la Fm. del Flysch Numidico che, a causa dei fenomeni tettonici legati al sovrascorrimento e successiva messa in posto dei Monti di Palermo, presenta un tetto fortemente ondulato tanto che in una porzione del tracciato, su Via E. Amari, affiora al di sotto di un modesto spessore di terreno di riporto.

Si tratta di una potente formazione, litologicamente costituita da un'alternanza di argille ed argilliti grigie e/o brune, quarzareniti e quarzosiltiti grigio-giallastre, nella quale si possono distinguere due diverse litofacies principali: quella arenacea e quella argillosa.

I terreni presenti, nell'area direttamente interessata dai manufatti in studio, sono rappresentati da argille siltose, generalmente brune o color tabacco, ricche in ossidi di ferro, con intercalazioni di lenti quarzarenitiche e livelli sabbiosi costituiti anch'essi prevalentemente da quarzo. Localmente si individuano rari livelli calcarei.

Le formazioni geologiche sopra citate sono ricoperte da strati di spessore variabile di terreni di riporto legati alla realizzazione della vasta area portuale e di alluvioni limose e limo-sabbiose legate alla deposizione del corso d'acqua Passo di Rigano, oggi completamente canalizzato.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geomorfologico l'area è costituita da un paesaggio molto regolare contraddistinto da terrazzi marini formati durante il Pleistocene e caratterizzati generalmente dall'affioramento del "Complesso Calcarenitico-sabbioso".

Localmente si rinvencono in affioramento i litotipi riferibili alla Fm. Del Flysch Numidico e ciò è da mettere in relazione all'andamento fortemente ondulato del tetto di questa formazione a causa dei fenomeni orogenetici che hanno messo in posto i cosiddetti Monti di Palermo.

Le condizioni di stabilità dell'area sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio. Non si ritiene, quindi, di eseguire verifiche di stabilità dei versanti poichè essendo l'area pianeggiante e totalmente esente da qualunque fenomenologia geodinamica che possa modificare l'attuale habitus geomorfologico, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, i calcoli farebbero registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Quanto detto prima è confermato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'A.R.T.A. (Servizio 4 "Assetto del Territorio e Difesa del suolo") negli anni 2005 e 2006 che esclude tale area da qualunque fenomenologia di dissesto e di rischio, come si evince dalle carte allegate alla Relazione geologico-tecnica, ed in particolare da:

- Stralci schematici della "Carta dei dissesti n° 09" secondo l'aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;
- Stralci schematici della "Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 09" secondo l'aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;
- Stralci schematici della "Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 09" secondo l'aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 15 di 106

tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006.

- Stralci schematici della “Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 09” secondo l'aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006;

E', invece, da evidenziare che la parte iniziale della trincea Ucciardone, la stazione Libertà ed una porzione della Stazione Politeama rientrano all'interno della zona di attenzione per la presenza di vecchie cavità antropiche di vario tipo tra cui gallerie legate alla coltivazione di cave di calcarenite che possono produrre cedimenti e crolli del suolo.

A tale scopo, come vedremo più avanti, è stata eseguita una dettagliata indagine geofisica tramite georadar e sismica passiva (tromografia) che ci è servita ad escludere la presenza di cavità al di sotto del tracciato interessato.

Come si evince facilmente dall'osservazione della carta geomorfologica, il territorio attraversato dal tracciato ferroviario in progetto è interamente compreso all'interno del tessuto urbano, interessando zone densamente abitate e di elevato pregio architettonico.

Il centro abitato negli anni si è sviluppato in un'area a tipica morfologia pianeggiante, famosa nel mondo per la sua fertilità e ricchezza di acqua, la cosiddetta “Conca D'Oro”, ampia pianura delimitata ad Est dal mare ed a Sud, Ovest e Nord dai rilievi carbonatici, i cosiddetti “Monti di Palermo”.

La porzione di Piana, che ricade nella parte relativamente più prossima alla linea di costa (tratto Ucciardone-Politeama), è caratterizzata da quote variabili tra i 2 metri s.l.m. nella zona portuale e 20 metri s.l.m. nella zona Politeama, con una morfologia rappresentata da superfici subpianeggianti tendenti a degradare dolcemente in direzione della linea di costa, mentre la stazione Libertà si colloca in un vasto terrazzo marino a quote variabili tra 28 e 30 mt. s.l.m.

La zona portuale è stata notevolmente modificata dall'intervento antropico rispetto alla originaria configurazione, essenzialmente con un avanzamento della originaria linea di costa verso il mare, per la realizzazione dei moli e delle banchine.

La linea di costa si apre sul mare a forma di mezzaluna e la Piana si eleva sino alla quota di un centinaio di metri dal livello del mare dove con una brusca rottura di pendenza spiccano le ripide pareti dei rilievi calcarei, con un andamento sub-parallelo alla costa.

Come detto prima la Piana di Palermo è prevalentemente calcarenitica ed è, quindi, il risultato sia dell'azione morfologica degli agenti morfogenetici attivi che smantellavano i rilievi calcarei sia del mare che con le sue correnti e la sua attività deposizionale ha creato le condizioni per il riempimento del vasto bacino flyschoidale che si era creato a valle dei rilievi carbonatici.

A questo si deve aggiungere l'intensa attività dei corsi d'acqua che dai Monti di Palermo raggiungevano il mare attraversando ed incidendo più o meno profondamente la Piana.

I principali corsi d'acqua erano il Fiume Oreto, il Kemonia, il Papireto, il Passo di Rigano che direttamente interessa la nostra zona. Gli ultimi tre sono ormai totalmente tombati ed inglobati nel tessuto urbano mentre il primo, anche per le sue considerevoli proporzioni, continua a rivestire un'importanza notevole nell'idrografia superficiale della Piana.

3.3 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dalla totale mancanza di una rete idrografica superficiale che è da mettere in relazione allo sviluppo urbanistico della città che ha completamente occultato l'impluvio del Canale Passo di Rigano ed alla notevole permeabilità dei terreni calcarenitici che favorisce l'infiltrazione delle acque piovane sottraendole al deflusso superficiale.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 16 di 106

Inoltre la notevole permeabilità dei terreni favorisce l'infiltrazione delle acque piovane ma, purtroppo, anche delle acque potabili dell'acquedotto e quelle reflue della rete fognante che presentano elementi di forte criticità.

Le acque infiltratisi vanno a ricaricare la falda freatica il cui livello piezometrico in corrispondenza del tratto compreso tra la Trincea Ucciardone e la Stazione Porto è sostanzialmente coincidente con il livello del mare, salvo periodici innalzamenti in occasione di prolungati periodi di pioggia (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

In relazione alle caratteristiche di permeabilità dei tipi litologici presenti in corrispondenza dell'area direttamente interessata dal progetto si deve evidenziare che la notevole eterogeneità litologica e le rapide, quanto numerose eteropie di facies sia orizzontali che verticali, hanno un'influenza notevole anche sulla permeabilità del complesso la cui valutazione è stata oggetto di studio in fase di progettazione definitiva ma che è stato necessario approfondire in relazione al fatto che i dati in possesso spaziavano su range molto ampi. A tale proposito sono state eseguite prove di permeabilità in situ, tipo Lefranc e prove di permeabilità in laboratorio sui campioni prelevati.

Vista la notevole eterogeneità dei risultati ottenuti, anche con queste ulteriori indagini, per il complesso calcarenitico-sabbioso si è ritenuto utile eseguire alcune indagini tromografiche per individuare il tetto del substrato impermeabile costituito dai litotipi della Formazione del Flysch Numidico e quindi lo spessore reale della falda ed una prova di pompaggio che ha permesso di avere un quadro completo ed esaustivo del comportamento dell'intero ammasso.

Nello specifico si deve dire che il complesso calcarenitico-sabbioso, da un punto di vista geologico, è stato suddiviso in una porzione prevalentemente calcarenitica, granulometricamente omogenea, che interessa la Stazione Libertà ed una porzione denominata "di transizione" caratterizzata da frequenti intercalazioni e passaggi verticali ed orizzontali tra sabbie, ghiaie, sabbie limose e limi sabbiosi.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 17 di 106

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

4.1 INDAGINI GEOTECNICHE

Lungo il tracciato in esame sono state eseguite diverse campagne geognostiche consistite da indagini in sito e di laboratorio al fine di caratterizzare le formazioni stratigrafiche presenti.

In particolare le campagne geognostiche eseguite sono le seguenti:

- Campagna geognostica “Metrotram” del 2000;
- Campagna geognostica “Metroferrovia” del 2003;
- Campagna geognostica del 2010, finalizzata alla redazione del Progetto Esecutivo.
- Campagna geognostica del giugno 2011, richiesta da Italferr negli RdV.

Nel seguito vengono descritte nel dettaglio tutte le indagini eseguite nelle varie campagne di indagine sopra citate.

4.1.1 Campagna geognostica “Metrotram” del 2000

Durante la campagna geognostica del 2000 nel tratto di interesse progettuale sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.3 sondaggi a carotaggio continuo (denominati “S”) di lunghezza variabile da 10 a 22 m.

Durante la perforazione dei sondaggi:

- sono stati prelevati 4 campioni rimaneggiati e 1 campione lapideo per le prove di laboratorio;
- sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT nei materiali incoerenti;
- sono stati segnalati valori di RQD nei livelli litoidi.

Nella seguente tabella si riassumono i sondaggi eseguiti e le profondità raggiunte .

Indagini in sito campagna 2000

Sondaggio	Zona	Profondità m	N. Prove SPT
-	-	-	-
S01	Fermata Libertà	22.0	2
S02BIS	Fermata Libertà	22.0	4
S07	Trincea Ucciardone	10.0	3

4.1.2 Campagna geognostica “Metroferrovia” del 2003

Durante la campagna geognostica del 2003 nel tratto di interesse progettuale sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.11 sondaggi a carotaggio continuo (denominati “SM”) di lunghezza variabile da 20 a 40 m;
- installazione di n.7 piezometri a tubo aperto;
- n. 4 prove sismiche tipo Down-Hole;
- indagini geofisiche georadar.

Durante la perforazione dei sondaggi:

- sono stati prelevati n.7 campioni indisturbati per le prove di laboratorio;
- sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT nei materiali incoerenti;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 18 di 106

- sono stati misurati valori di Pocket Penetrometer nelle carote prevalentemente coesive;
- sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc e tipo Lugeon.

Nelle seguenti tabelle si riassumono i sondaggi eseguiti, le profondità raggiunte, le indagini in sito eseguite e la strumentazione installata.

Indagini in sito campagna 2003

Sondaggio	Zona	Profondità	N. Prove SPT	Strumentazione installata	N. Prove Permeabilità
-	-	m	-	m	-
S1M	GA Crispi/Amari	28.4	5	TA (1.5÷28.4)	2 (Le)
S1M	GA Crispi/Amari	28.4	5	TA (1.5÷28.4)	2 (Le)
S2M	GA Crispi/Amari	30.0	5	DH	1 (Le)
S3M	GA Crispi/Amari	27.0	1	TA (3.0÷27.0)	2 (Lu)
S4M	GA Crispi/Amari	29.0	1	TA (3.0÷29.0)	-
S5M	Fermata Politeama	26.8	-	DH	2 (Le)
S6M	Fermata Politeama	20.0	2	TA (5.5÷20.0)	2 (Le), 1(Lu)
S11M	GA Crispi	30.0	5	TA (3.0÷30.0)	3 (Le)
S12M	GA Crispi	30.0	5	DH	2 (Le)
S13M	Fermata Porto	30.0	8	TA (3.0÷30.0)	2 (Le)
S14M	GA Crispi/Amari	40.0	10	DH	2 (Le)
S15M	GA Crispi/Amari	30.0	5	TA (1.0÷30.0)	1 (Le)

TA(..)=piezometro a tubo aperto (tratto filtrante)

DH = tubo per prova Down Hole

Le = prova di permeabilità Lefranc

Lu = prova di permeabilità Lugeon

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 19 di 106

Prove di permeabilità Lefranc campagna 2003

Sondaggio	Campagna d'indagine	N. prova	Profondità prova [m]	Coefficiente di permeabilità media [m/s]	Unità
S1M	2003	LE1	6.0-7.0	1.60E-06	SC
		LE2	12.0-13.0	7.10E-07	SCG
S2M	2003	LE1	4.0-6.0	5.60E-07	FNAIt
S5M	2003	LE1	9.5-10.5	5.40E-08	FNA
		LE2	20.0-21.0	2.30E-08	FNA
S6M	2003	LE1	2.5-4.0	2.20E-06	SC
		LE2	5.0-6.5	1.60E-06	SC
S11M	2003	LE1	5.0-6.5	2.90E-06	SC
		LE2	10.5-12.0	1.20E-06	SC
		LE3	23.0-24.5	6.30E-07	SC
S12M	2003	LE1	5.5-7.0	7.80E-07	ALF
		LE2	18.0-19.5	6.80E-07	SC
S13M	2003	LE1	4.0-5.5	1.20E-06	SC
		LE2	10.0-11.5	1.10E-06	SC
S14M	2003	LE1	2.0-4.0	6.10E-06	R
		LE2	7.0-9.0	1.90E-06	SCL
S15M	2003	LE1	10.0-12.0	1.10E-06	SCL

Prove di permeabilità Lugeon campagna 2003

Sondaggio	Campagna d'indagine	N. prova	Profondità prova [m]	Assorbimento in unità Lugeon [UL]	Unità
S3M	2003	LU1	3.0-4.0	18.17	FNQ
		LU2	12.7-14.2	21.36	FNQ
S6M	2003	LU1	10.0-12.0	18.29	FNQ

Indagini di laboratorio

Nell'ambito della campagna 2003 sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometrica;
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra;
- Determinazione del peso dell'unità di volume γ ;
- Determinazione del peso specifico dei grani G_s ;
- Prove a compressione assiale semplice (ELL);
- Prove di taglio diretto;
- Prove triassiali consolidate drenata;
- Prove di permeabilità.

Nella seguente tabella si riassumono i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati durante questa campagna geognostica di cui, allo stato attuale, sono disponibili i certificati.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 20 di 106

Riepilogo risultati prove di laboratorio attualmente disponibili campagna 2003

Sondaggio	-	S1M	S2M	S3M	S4M	S12M	S15M
Campione	-	C1	C1	C1	C1	C1	C1
Unità	-	LR	FNAIt	FNAIt	FNAIt	ALF	SCL
Prof.	m	1.75	4.25	6.75	8.00	8.75	21.75
Granulometria							
G	%	13.0	5.0	1.0	0.0	1.0	1.0
S	%	29.0	44.0	12.0	24.0	19.0	29.0
L + A	%	58.0	51.0	87.0	76.0	80.0	70.0
L	%	30.0	35.0	49.0	55.0	48.0	56.0
A	%	28.0	16.0	38.0	21.0	32.0	14.0
Limiti di Atterberg							
W _L	%	40.0	37.0	41.0	35.0	44.0	26.0
W _P	%	19.0	16.0	21.0	17.0	20.0	17.0
I _c	-	1.19	0.65	0.81	1.14	-0.10	0.52
I _p	%	21.0	21.0	20.0	18.0	24.0	9.0
Caratteristiche fisiche							
γ _N	kN/m³	19.1	20.0	19.7	21.8	17.0	20.2
γ _S	kN/m³						
G _S	-						
w _N	%	15.1	23.4	24.9	14.5	46.4	21.3
e	-						
S	%						
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)							
E _{bd}	MPa						
c _v	cm²/s						
c _α	-						
k	m/s						
Resistenza a compressione monoassiale							
σ _c	MPa						
Resistenza non drenata							
(TX-UU) c _u	kPa						
(TX-ELL) c _u	kPa			144.5	322.8		62.6
Resistenza drenata							
(TD) c	kPa						
(TD) f	°						
(TD) c _r	kPa						
(TD) f _r	°						
(TX-CIU) c	kPa						
(TX-CIU) f	°						
(TX-CID) c	kPa						
(TX-CID) f	°						

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 21 di 106

4.1.3 Campagna geognostica del 2010

Durante la campagna geognostica del 2010 finalizzata alla redazione del Progetto Esecutivo sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.14 sondaggi a carotaggio continuo (denominati “SE”) di lunghezza variabile da 15 a 35.5 m;
- n. 2 sondaggi meccanici sub-orizzontali a carotaggio continuo di lunghezza pari a 5 m denominati SR1 e SR3 e n. 1 sondaggio verticale di lunghezza pari a 5 m denominato SR2 all'interno della galleria esistente Ranchibile dove il progetto prevede la realizzazione della stazione Libertà;
- installazione di n.9 piezometri a tubo aperto;
- installazione di n.1 piezometro Casagrande;
- n. 3 prove sismiche tipo Down Hole;
- n. 2 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- n. 1 prova di pompaggio in corrispondenza del sondaggio SE03;
- indagini di sismica passiva a stazione singola tromografica;
- indagini georadar.

Durante la perforazione dei sondaggi:

- sono stati prelevati campioni rimaneggiati di terreno, campioni lapidei e ove possibile campioni indisturbati per le prove di laboratorio;
- sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT nei materiali incoerenti;
- sono stati segnalati valori di RQD nei livelli litoidi;
- sono state eseguite determinazioni speditive sulle caratteristiche di resistenza (Pocket Penetrometer) ed addensamento dei materiali;
- sono state eseguite n.6 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- sono state eseguite n. 2 prove pressiometriche Menard nei fori dei sondaggi SR1 e SR2.

Le carote di terreno/roccia estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici, delle quali sono state eseguite fotografie.

Nella seguente tabella si riassumono i sondaggi eseguiti, le profondità raggiunte, la strumentazione installata e le indagini in sito eseguite durante la campagna geognostica in esame.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 22 di 106

Indagini in sito campagna 2010

Sondaggio	Zona	Profondità	N. Prove SPT	Strumentazione installata	N. Prove Permeabilità
-	-	m	-	m	-
SE01	Fermata Libertà	20.5	5	TA (0÷20.5)	2 (Le)
SE02	Fermata Libertà	30.5	5	DH	-
SE03	GA Crispi	21.0	5	TA (0÷21.0)	4 (Le)
SE04	GA Crispi	20.0	4	TA (0÷20.0)	-
SE05	Fermata Porto	25.0	6	TA (0÷25.0)	-
SE05bis	GA Crispi/Amari	15.0	3	TA (0÷15.0)	-
SE06	GA Crispi/Amari	35.5	8	CA (18.5)	-
SE07	GA Crispi/Amari	30.0	5	TA (0÷30.0)	-
SE08	GA Crispi/Amari	30.0	5	DH	-
SE09	GA Crispi/Amari	20.0	5	-	-
SE10	GA Crispi/Amari	24.5	5	TA (0÷24.5)	-
SE11	Fermata Politeama	25.0	5	TA (0÷25.0)	-
SE11bis	Fermata Politeama	26.5	4	TA (0÷26.5)	-
SE12	Fermata Politeama	31.0	4	DH	-

TA(..) = piezometro a tubo aperto (tratto filtrante)

CA(..) = piezometro Casagrande (profondità cella)

DH = tubo per prova Down Hole

Le = prova di permeabilità Lefranc

Lu = prova di permeabilità Lugeon

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 23 di 106

Nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riassumono i risultati delle prove di permeabilità Lefranc eseguite durante la campagna geognostica del 2010.

Prove di permeabilità Lefranc campagna 2010

Sondaggio	Campagna d'indagine	N. prova	Profondità prova [m]	Coefficiente di permeabilità media [m/s]	Unità
SE01	2010	LE	5.0	2.09E-04	SC
		LE	11.0	3.45E-05	SC
SE03	2010	LE	5.8	4.45E-04	SC
		LE	10.0	5.69E-05	SC
		LE	14.5	5.11E-05	SC
		LE	25.3	2.56E-03	SC

Nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riassumono i risultati delle prove pressiometriche Menard eseguite durante la campagna geognostica del 2010 in corrispondenza della galleria esistente Ranchibile dove il progetto prevede la realizzazione della stazione Libertà.

Prove pressiometriche campagna 2010

Sondaggio	anno	prova	Profondità di prova [m]	Unità	Modulo pressiometrico [MPa]
SR1	2010	1	0	SC	124.1
SR2	2006	2	5	SC	130.5

Prove penetrometriche statiche CPTU

Sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) nella zona della Galleria Artificiale Crispi dove già in sede di P.D. era stata evidenziata la presenza di depositi alluvionali recenti costituiti da limi e sabbie limose con presenza di sostanza organica. Considerata la presenza di terreni superficiali molto eterogenei ma prevalentemente sabbiosi – ghiaiosi è stato necessario eseguire prefiori di spessore variabile da 3.5 a 4.5 m circa.

Prove penetrometriche CPTU campagna 2010

Prova	Profondità raggiunta dalla prova [m]	Profondità prefioro da p.c. [m]
CPTU1	14.88	4.5
CPTU2	17.00	3.5

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche in esame, sono stati misurati valori di

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 24 di 106

resistenza alla punta estremamente bassi, prossimi allo zero. Come confermato anche dall'operatore che ha eseguito la prova, ciò è stato ricondotto alla presenza di terreni in sito molto sciolti in cui lo strumento "affondava". Pertanto, in relazione alle difficoltà operative (tipo di terreno in sito e mancato ancoraggio dello strumento), i risultati della resistenza alla punta q_c e della resistenza laterale f_s misurati sono da considerarsi poco attendibili e comunque non utilizzabili ai fini della determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità.

Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche sono state finalizzate alla ricostruzione del profilo stratigrafico locale e alla ricerca di cavità essendo l'area inserita all'interno delle "zone di attenzione" del P.A.I. per la presenza di vecchie cave in sotterraneo.

In particolare le indagini sono consistite in:

- n. 3 indagini sismiche tipo Down – Hole per la misura delle velocità delle onde P e S;
- indagini di sismica passiva a stazione singola tomografica attraverso l'esecuzione di n.12 sondaggi tomografici;
- Indagini georadar.

Nella seguente tabella si riportano le profondità raggiunte dalle prove Down – Hole eseguite.

Indagini sismiche tipo Down – Hole campagna 2010

Sigla foro di sondaggio	Profondità prova [m]	Zona
SE02	28.0	Fermata Libertà
SE08	26.0	Galleria Artificiale Crispi/Amari
SE12	24.0	Fermata Politeama

Indagini di laboratorio

Nell'ambito della campagna 2010 sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- apertura e riconoscimento del materiale;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (ASTM D2216);
- determinazione del peso di volume γ (BS1377 T15);
- determinazione del peso specifico dei grani (ASTM D854);
- Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra (ASTM D4318);
- analisi granulometrica per setacciatura per via umida (ASTM D 422);
- analisi granulometrica per sedimentazione con il metodo del densimetro (ASTM D 422);
- prova di permeabilità in cella edometrica (ASTM D 2435-80, D 4186-82, D 4546-85);
- prova di permeabilità a carico costante (AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377:Part5:1990);
- prova di permeabilità a carico variabile;
- prova di compressione uniassiale su campioni litoidi (UNI EN 1926:2000);
- prova di taglio diretto (ASTM D3080);
- prova di compressione triassiale consolidata non drenata (Racc. A.G.I. 1994);

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 25 di 106

– prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (Racc. A.G.I. 1994).
Nelle seguenti tabelle si riassumono i risultati delle prove di laboratorio effettuate.

Riepilogo risultati prove di laboratorio campagna 2010

Sondaggio	-	SE02	SE02	SE02	SE03	SE03	SE03
Campione	-	CL1	CL2	CL3	CL1	CL2	CL3
Unità	-	CL	CL	CL	CL	CL	CL
Prof.	m	5.50	16.50	16.80	2.70	9.55	16.00
Granulometria							
G	%						
S	%						
L + A	%						
L	%						
A	%						
Limiti di Atterberg							
W _L	%						
W _P	%						
I _c	-						
I _p	%						
Caratteristiche fisiche							
γ _N	kN/m ³	20.6	16.8	15.7			
γ _S	kN/m ³						
G _s	-						
w _N	%						
e	-						
S	%						
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)							
E _{ed}	MPa						
c _v	cm ² /s						
c _α	-						
k	m/s						
Resistenza a compressione monoassiale							
σ _c	MPa	10020	7820	4760	1490	940	3840
Resistenza non drenata							
(TX-UU) c _u	kPa						
(TX-ELL) c _u	kPa						
Resistenza drenata							
(TD) c	kPa						
(TD) f	°						
(TD) c _f	kPa						
(TD) f _f	°						
(TX-CIU) c	kPa						
(TX-CIU) f	°						
(TX-CID) c	kPa						
(TX-CID) f	°						
Permeabilità							
k	m/s						

(continua)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 26 di 106

Sondaggio	-	SE04	SE04	SE04	SE04	SE04	SE05
Campione	-	C1	C2	C3	C4	C5	CL1
Unità	-	ALF	ALF	ALF	ALF	ALF	CL
Prof.	m	3.50	6.50	8.50	13.00	19.00	6.00
Granulometria							
G	%						
S	%						
L + A	%						
L	%						
A	%						
Limiti di Atterberg							
W _L	%			41.4	48.4	43.5	
W _P	%			20.5	20.8	23.4	
I _c	-			0.04	0.08	0.11	
I _P	%			20.9	27.6	20.0	
Caratteristiche fisiche							
γ _N	kN/m³	17.0	16.2	16.7	16.7	16.8	
γ _S	kN/m³						
G _s	-						
w _N	%		55.8	40.5	46.2	41.2	
e	-						
S	%		97.8	89.4	95.5	91.7	
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)							
E _{bd}	MPa						
c _v	cm²/s						
c _α	-						
k	m/s						
Resistenza a compressione monoassiale							
σ _c	MPa						4840
Resistenza non drenata							
(TX-UU) c _u	kPa						
(TX-ELL) c _u	kPa						
Resistenza drenata							
(TD) c	kPa		6.0	2.0			
(TD) f	°		34.0	27.0			
(TD) c _r	kPa						
(TD) f _r	°						
(TX-CIU) c	kPa				16.5		
(TX-CIU) f	°				21.0		
(TX-CID) c	kPa						
(TX-CID) f	°						
Permeabilità							
k	m/s	1.03E-06		3.36E-10	2.21E-10	1.55E-10	

(continua)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 27 di 106

Sondaggio	-	SE06	SE06	SE06	SE06	SE06	SE06	SE07
Campione	-	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1
Unità	-	SCL	SCL	SCL	SCL	SCL	LS	SC
Prof.	m	8.70	10.40	13.25	20.15	22.25	29.85	10.75
Granulometria								
G	%		9.0	22.4	0.9	0.4	0.8	1.1
S	%		53.8	31.3	68.8	50.3	32.7	42.0
L + A	%		37.2	46.2	30.4	49.4	66.6	57.0
L	%		21.8	25.3	21.8	36.5	64.6	40.5
A	%		15.4	20.9	8.6	12.9	1.9	16.4
Limiti di Atterberg								
W _L	%		23.9			18.4	25.2	
W _P	%					15.5	19.2	
I _c	-					-1.55	0.19	
I _p	%					3.0	6.1	
Caratteristiche fisiche								
γ _N	kN/m³	18.1	19.8	18.3	19.0	20.1	19.6	18.8
γ _S	kN/m³							
G _S	-							
w _N	%	28.7	32.3	29.9	28.5	23.0	24.1	34.0
e	-			0.950	0.851	0.647	0.679	0.954
S	%	90.4	92.0	86.2	91.7	95.8	94.0	97.5
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)								
E _{ed}	MPa							
c _v	cm²/s							
c _α	-							
k	m/s							
Resistenza a compressione monoassiale								
σ _c	MPa							
Resistenza non drenata								
(TX-UU) c _u	kPa							
(TX-ELL) c _u	kPa							
Resistenza drenata								
(TD) c	kPa	1.0	2.0	7.0	2.0	5.0	10.0	4.0
(TD) f	°	36.0	29.0	33.0	36.0	36.0	32.0	29.0
(TD) c _r	kPa							
(TD) f _r	°							
(TX-CIU) c	kPa				4.0	0.0	23.0	37.0
(TX-CIU) f	°				31.0	31.0	29.0	21.0
(TX-CID) c	kPa							
(TX-CID) f	°							
Permeabilità								
k	m/s	5.88E-07	4.57E-10	1.96E-08	3.65E-09	2.84E-08	1.04E-07	3.32E-09

(continua)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 28 di 106

Sondaggio	-	SE08	SE09	SE09	SE09	SE09	SE10	SE10
Campione	-	1.00	C1	C2	C3	C4	C1	C2
Unità	-	FNQ	FNAIt	FNA	FNA	FNA	FNA	FNA
Prof.	m	20.50	6.40	13.25	14.90	18.20	10.95	17.80
Granulometria								
G	%	0.0	0.0	1.5	3.9	0.0	0.0	5.0
S	%	0.0	28.0	33.8	50.1	56.8	34.1	44.6
L + A	%	0.0	72.0	64.7	46.0	43.2	65.9	50.4
L	%	0.0	52.0	46.1	31.4	31.5	50.2	34.8
A	%	0.0	20.0	18.6	14.6	11.7	15.8	15.7
Limiti di Atterberg								
W _L	%		34.5	29.8	28.6	23.3	25.0	19.9
W _P	%		15.4	17.2	13.1	13.2	17.8	12.6
I _c	-		0.88	1.42	1.03	1.09	1.73	1.22
I _p	%		19.1	12.6	15.5	10.1	7.3	7.3
Caratteristiche fisiche								
γ _N	kN/m³		20.1	19.5	18.9	20.6	21.4	19.9
γ _S	kN/m³							
G _S	-							
w _N	%		17.7	11.9	12.5	12.3	12.4	11.0
e	-		0.533	0.597	0.610	0.448	0.411	0.469
S	%		87.0	55.5	55.6	72.9	81.0	61.9
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)								
E _{ed}	MPa							
c _v	cm²/s							
c _α	-							
k	m/s							
Resistenza a compressione monoassiale								
σ _c	MPa	152660						
Resistenza non drenata								
(TX-UU) c _u	kPa						325.2	279.3
(TX-ELL) c _u	kPa							
Resistenza drenata								
(TD) c	kPa			21.0	32.0	36.0	13.0	18.0
(TD) f	°			24.0	25.0	27.0	29.0	29.0
(TD) c _r	kPa							
(TD) f _r	°							
(TX-CIU) c	kPa		70.0					
(TX-CIU) f	°		21.0					
(TX-CID) c	kPa							
(TX-CID) f	°							
Permeabilità								
k	m/s		4.09E-07	1.50E-08	1.02E-08	4.46E-09	9.27E-08	

(continua)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 29 di 106

Sondaggio	-	SE11	SE11	SE11	SE11	SE11bis	SE11bis	SE11bis	SE12	SE12
Campione	-	C1	CR1	CR2	C2	C1	C2	C3	C1	C2
Unità	-	FNAIt	FNA	FNA	FNA	FNA	FNA	FNA	SCL	LS
Prof.	m	9.30	14.25	17.95	18.80	17.75	19.30	21.20	11.50	17.20
Granulometria										
G	%	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.0	1.1
S	%	36.0	0.0	0.0	0.0	32.1	22.6	0.0	44.2	44.6
L + A	%	63.1	0.0	0.0	0.0	67.6	77.4	0.0	53.9	54.4
L	%	56.3	0.0	0.0	0.0	50.5	57.9	0.0	40.5	40.1
A	%	6.8	0.0	0.0	0.0	17.1	19.5	0.0	13.4	14.2
Limiti di Atterberg										
W _L	%	25.7				30.0	30.5			22.6
W _P	%	17.0				18.1	16.2			17.9
I _p	-	1.83				1.42	1.19			0.79
I _p	%	8.6				12.0	14.3			4.6
Caratteristiche fisiche										
γ _N	kN/m³	20.2	23.9	24.2	25.0	20.0	19.9	24.8	20.1	20.1
γ _s	kN/m³									
G _s	-									
w _N	%	9.9				13.1	13.5		24.1	18.9
e	-	0.447				0.491	0.518		0.706	0.582
S	%	58.8				70.3	69.2		94.1	86.6
Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)										
E _{ed}	MPa									
c _v	cm²/s									
c _α	-									
k	m/s									
Resistenza a compressione monoassiale										
σ _c	MPa		7640	4810	8820			2590		
Resistenza non drenata										
(TX-UU) c _u	kPa									
(TX-ELL) c _u	kPa									
Resistenza drenata										
(TD) c	kPa	48.0				24.0			3.0	12.0
(TD) f	°	26.0				27.0			36.0	32.0
(TD) c _f	kPa									
(TD) f _f	°									
(TX-CIU) c	kPa									
(TX-CIU) f	°									
(TX-CID) c	kPa									
(TX-CID) f	°									
Permeabilità										
k	m/s	3.74E-08				7.49E-09			1.23E-08	2.31E-08

4.1.4 Letture piezometriche

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le letture piezometriche ad oggi disponibili eseguite sui piezometri installati nelle campagne geognostiche del 2003 e del 2010 espresse in quote assolute (m s.l.m.) ed in quote relative (profondità dal p.c.).

Nel profilo geotecnico e geologico longitudinale sono riportate le quote massime di falda rilevate nei piezometri. Nel dimensionamento delle singole opere si dovrà osservare la quota massima rilevata dalle indagini più prossime all'opera stessa.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 30 di 106

Lecture piezometriche campagna 2003 espresse in quote relative

Sondaggio	S1M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S2M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S3M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	lug-03	2.10		lug-03	8.00		lug-03	5.70
		assente		Liv. Min [m]	8.00		Liv. Min [m]	5.70
		assente	Liv. Max [m]	8.00	Liv. Max [m]		5.70	Liv. Max [m]

Sondaggio	S4M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S6M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S11M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	CA	Campagna d'indagine	2003	TA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	lug-03	9.00		lug-03	9.00		lug-03	2.10
		9.00		Liv. Min [m]	9.00		Liv. Min [m]	2.10
		9.00	Liv. Max [m]	9.00	Liv. Max [m]		2.10	Liv. Max [m]

Sondaggio	S12M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S13M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S14M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	lug-03	2.10		lug-03	1.90		lug-03	1.90
		2.10		Liv. Min [m]	1.90			1.90
		2.10	Liv. Max [m]	1.90		1.90	Liv. Max [m]	

Sondaggio	S15M	Tipo di piezometro	
Campagna d'indagine	2003	TA	
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]	
	lug-03	1.90	
		1.90	Liv. Min [m s.l.m.]
		1.90	Liv. Max [m s.l.m.]

Lecture piezometriche campagna 2003 espresse in quote assolute

Sondaggio	S1M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S2M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S3M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	lug-03	0.75		lug-03	-1.90		lug-03	4.45
		assente	Liv. Min [m s.l.m.]	assente	Liv. Min [m s.l.m.]		4.45	Liv. Min [m s.l.m.]
		assente	Liv. Max [m s.l.m.]	assente	Liv. Max [m s.l.m.]		4.45	Liv. Max [m s.l.m.]

Sondaggio	S4M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S6M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S11M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	CA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	lug-03	-6.15		lug-03	-2.90		lug-03	8.05
		-6.15	Liv. Min [m s.l.m.]	-2.90	Liv. Min [m s.l.m.]		8.05	Liv. Min [m s.l.m.]
		-6.15	Liv. Max [m s.l.m.]	-2.90	Liv. Max [m s.l.m.]		8.05	Liv. Max [m s.l.m.]

Sondaggio	S12M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S13M	Tipo di piezometro	Sondaggio	S14M	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine	2003	TA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	lug-03	0.75		lug-03	4.20		lug-03	8.25
		0.75	Liv. Min [m s.l.m.]	4.20	Liv. Min [m s.l.m.]		8.25	Liv. Min [m s.l.m.]
		0.75	Liv. Max [m s.l.m.]	4.20	Liv. Max [m s.l.m.]		8.25	Liv. Max [m s.l.m.]

Sondaggio	S15M	Tipo di piezometro	Sondaggio
Campagna d'indagine	2003	TA	Campagna d'indagine
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]	
	lug-03	0.95	
		0.95	Liv. Min [m s.l.m.]
		0.95	Liv. Max [m s.l.m.]

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 32 di 106

Letture piezometriche campagna 2010 espresse in quote relative

Sondaggio	SE01	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE03	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE04	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	11/03/2010	assente		12/02/2010	1.70		12/02/2010	1.90
	assente	Liv. Min [m]		1.70	Liv. Min [m]		1.90	Liv. Min [m]
	assente	Liv. Max [m]		1.70	Liv. Max [m]		1.90	Liv. Max [m]

Sondaggio	SE05	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE05bis	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE06	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	CA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	12/02/2010	1.40		12/02/2010	1.40		12/02/2010	1.80
	1.40	Liv. Min [m]		1.40	Liv. Min [m]		1.80	Liv. Min [m]
	1.40	Liv. Max [m]		1.40	Liv. Max [m]		1.80	Liv. Max [m]

Sondaggio	SE07	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE10	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE11	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA
	data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]		data	Lettura livello piezometrico da p.c. [m]
	25/02/2010	2.20		25/02/2010	assente		25/02/2010	assente
	2.20	Liv. Min [m]		assente	Liv. Min [m]		assente	Liv. Min [m]
	2.20	Liv. Max [m]		assente	Liv. Max [m]		assente	Liv. Max [m]

Sondaggio	SE11bis	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	25/02/2010	9.50
	9.50	Liv. Min [m]
	9.50	Liv. Max [m]

Lectures piezometric campaign 2010 expressed in absolute quotients

Sondaggio	SE01	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE03	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE04	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	11/03/2010	assente		12/02/2010	0.60		12/02/2010	0.20
		assente	Liv. Min [m s.l.m.]		assente	Liv. Min [m s.l.m.]		0.20
		assente	Liv. Max [m s.l.m.]		assente	Liv. Max [m s.l.m.]		0.20

[illegible]

Sondaggio	SE07	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE10	Tipo di piezometro	Sondaggio	SE11	Tipo di piezometro
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine	2010	TA
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]		data	Quota piezometrica [m s.l.m.]
	25/02/2010	26.00		25/02/2010	assente		25/02/2010	assente
		26.00	Liv. Min [m s.l.m.]		assente	Liv. Min [m s.l.m.]		assente
		26.00	Liv. Max [m s.l.m.]		assente	Liv. Max [m s.l.m.]		assente

Sondaggio	SE11bis	Tipo di piezometro	Sondaggio
Campagna d'indagine	2010	TA	Campagna d'indagine
	data	Quota piezometrica [m s.l.m.]	
	25/02/2010	18.70	
		assente	Liv. Min [m s.l.m.]
		assente	Liv. Max [m s.l.m.]

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 34 di 106

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.2.1 Lineamenti stratigrafici principali

Dal punto di vista geologico, l'area attraversata dal tracciato ferroviario di progetto ricade interamente nell'ambito della Piana di Palermo, ampio bacino di sedimentazione sviluppatosi nel Pleistocene inferiore dove una serie prevalentemente calcarenitica-sabbiosa ricopre con spessori variabili un substrato costituito da argilliti e quarzareniti appartenenti alla formazione del Flysch Numidico, di età Oligocene.

La Piana di Palermo è circondata da rilievi prevalentemente calcarei dei monti di Palermo, che costituiscono un segmento della Catena Appenninico – Maghrebide, vasto edificio tettonico a falde di ricoprimento costituito da numerosi elementi strutturali derivanti dalla deformazione, traslazione e sovrapposizione di terreni originariamente costituenti diversi domini paleogeografici.

Al di sopra del substrato costituito dal Flysch Numidico sono presenti i depositi appartenenti al complesso calcarenitico quaternario. Il deposito quaternario è localmente ricoperto da depositi alluvionali recenti ed attuali.

Per quanto sopra esposto, e per quanto mostrato dai risultati delle indagini geognostiche effettuate, lungo il tracciato le unità geotecniche che interagiscono con le opere sono le seguenti:

Terreno di riporto

- **Unità R:** terreno di riporto, suolo vegetale; si tratta di depositi molto eterogenei prevalentemente sabbiosi e sabbiosi-limosi con inclusi elementi lapidei di natura calcarenitica da centimetrici a decimetrici.

Depositi eluviali (terre rosse)

- **Unità LR:** si tratta di depositi eluviali costituiti prevalentemente da argille e limi con inclusi elementi più grossolani a spigoli vivi; sono stati intercettati solo localmente lungo il tracciato e presentano spessore modesto.

Depositi alluvionali recenti

- **Unità ALF:** si tratta di depositi molto recenti costituiti prevalentemente da limi sabbiosi e sabbie limose con presenza di sostanza organica in decomposizione; costituiscono le alluvioni del Paleoalveo.

Complesso calcarenitico – sabbioso Pleistocenico

- **Unità CL:** calcareniti prevalentemente cementate;
- **Unità SC:** sabbie calcarenitiche fini e grossolane di colore biancastro e ocra con inclusi elementi lapidei calcarenitici e calcareniti tenere; questo deposito è quello che predomina lungo il tracciato in esame;
- **Unità SCL:** sabbie fini limose e limi sabbiosi;
- **Unità SCG:** sabbie medio grossolane con ghiaia e ciottoli arrotondati di dimensioni centimetriche.

Complesso limo-sabbioso Pliocenico

- **Unità LS:** limi, limi sabbiosi e sabbie Plioceniche con elevato contenuto in fossili.

Flysch Numidico

- **Unità FNAIt:** rappresentano l'alterazione delle sottostanti argille integre; sono costituite da argille e argille sabbiose in genere abbastanza consistenti;
- **Unità FNA:** argilla grigia a tessitura brecciata o scagliata, spesso a consistenza marnosa, con

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 35 di 106

intercalati subordinati livelli quarzarenitici. Sono frequenti livelli argillitici a consistenza litoide;

- **Unità FNQ:** si tratta di quarzareniti durissime, estremamente fratturate fino a minutamente frammentate;
- **Unità S/FNQ:** si tratta di sabbie fini debolmente limose con trovanti quarzarenitici.

4.2.2 Criteri di valutazione dei parametri geotecnici

Nel seguito si riportano i criteri secondo cui sono stati valutati i parametri geotecnici relativamente ai depositi incoerenti, ai depositi coesivi ed alla quarzarenite.

Depositi incoerenti

Per i depositi prevalentemente incoerenti, i parametri geotecnici di resistenza al taglio e di deformabilità possono essere stimati sulla base dell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

L'angolo di resistenza al taglio (ϕ') è stato stimato dalle prove SPT in base alle correlazioni proposte da De Mello (1971) e da Schmertmann (1977).

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi incoerenti possono essere stimate, in ordine di importanza:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito di tipo Down-Hole;
- dall'interpretazione delle prove penetrometriche SPT.

Depositi coesivi

Per i depositi coesivi la caratterizzazione geotecnica è stata fatta oltre che dall'interpretazione delle prove in sito anche dai risultati delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati.

La classificazione dei terreni avverrà essenzialmente sui risultati delle seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometriche;
- pesi di volume naturale e secco;
- grado di saturazione;
- contenuto d'acqua naturale;
- indici dei vuoti iniziali;
- limiti di Atterberg.

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dei depositi coesivi ci si è basati sui risultati delle prove di laboratorio che sono essenzialmente prove:

- taglio diretto per la resistenza in tensioni efficaci;
- triassiale consolidata non drenata per la resistenza in tensioni efficaci;
- triassiale non consolidata non drenata per la resistenza in condizioni non drenate.

La resistenza al taglio in condizioni non drenate è stata valutata oltre che sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, anche delle misure in sito con Pocket Penetrometer.

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi coesivi possono essere stimati:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito di tipo Down-Hole;
- da correlazioni di letteratura.

Per quanto concerne le prove sismiche in sito (Down-Hole), le caratteristiche di deformabilità vengono individuate con le stesse relazioni precedentemente indicate per i terreni incoerenti.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 36 di 106

Quarzarenite

Per le caratteristiche fisiche (peso di unità di volume) e per i parametri di resistenza ci si è basati sui risultati delle prove di laboratorio. In particolare la resistenza dell'ammasso roccioso è stata stimata dalla resistenza a compressione derivante dalle prove a rottura uniassiali, oltre che alla descrizione della roccia nei certificati stratigrafici e di alcuni valori di RQD.

Le caratteristiche di deformabilità sono state desunte dai risultati delle indagini sismiche tipo Down – Hole. I parametri di resistenza e rigidezza utili ai fini progettuali, verranno stimati con il metodo proposto da Hoek e Brown [2002].

4.2.3 Parametri geotecnici di progetto

Sulla base delle considerazioni svolte nell'ambito della Relazione Geotecnica Generale, a cui si rimanda per ulteriori dettagli, per i principali parametri geotecnici delle unità di interesse progettuale, si assumono gli intervalli di riferimento riportati nella seguente tabella.

Unità	γ kN/m ³	c' kPa	ϕ' °	cu kPa	E' MPa	k m/s
R	19	0	28÷32	-	15÷35	10 ⁻⁶
LR	19	0	26÷32	-	15÷20	10 ⁻⁶
ALF	16÷17	0	21÷27	25÷50	3÷10	10 ⁻⁶
CL	19÷21	20÷50	30÷35	-	90÷250	10 ⁻⁴
SC	19÷20	0	30÷35	-	50÷100	10 ⁻⁵
SCL	19÷20	0	29÷34	-	40÷90	10 ⁻⁵
SCG	19÷20	0	32÷35	-	50÷100	10 ⁻⁵
LS	19.5÷20	0÷5	26÷29	50÷100	30÷60	10 ⁻⁵
FNAIt	19÷21	10÷20	23÷26	150÷300	80÷150	10 ⁻⁷
FNA	19÷21	15÷30	24÷28	300÷400	150÷250	10 ⁻⁷
FNQ	20÷21	100	45	-	400÷1000	10 ⁻⁷
S/FNQ	19	0	30÷35	-	50÷100	10 ⁻⁵

γ =peso dell'unità di volume

c'= coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

cu= resistenza al taglio non drenata

E'= modulo elastico

k = permeabilità

Si precisa, comunque, che i parametri geotecnici di progetto da adottare per il dimensionamento delle varie opere, andranno scelti sulla base delle indagini più prossime all'opera in progetto, in rapporto alla tipologia dell'opera, alle ipotesi ed ai modelli di calcolo assunti. Inoltre per quanto riguarda i range dei parametri di resistenza riportati in tabella, i valori di coesione massimi andranno associati ai valori di resistenza al taglio minimi.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 37 di 106

5. IDROLOGIA E IDRAULICA

Nell'ambito del progetto è stato svolto uno studio idrologico-idraulico rivolto alla definizione dei seguenti sistemi di smaltimento:

1. Smaltimento acque meteoriche della trincea Ucciardone;
2. Smaltimento delle acque meteoriche delle gallerie di linea;
3. Canalette di linea.

Lo studio idrologico-idraulico ha analizzato, inoltre, gli aspetti connessi alla potenziale interferenza tra la galleria artificiale in via Crispi e la falda lungo il tratto di galleria che corre parallelo a via Crispi.

I sistemi di smaltimento di cui ai punti 1 e 2 riguardano due impianti di sollevamento previsti, rispettivamente, al km 3+835.00 ed al km 4+357.30. In particolare, l'impianto previsto al km 3+835.00 in corrispondenza della trincea dell'Ucciardone garantisce lo smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma del tratto all'aperto, mentre l'impianto alla progr. 4+357.30, nel punto più depresso della linea in progetto, permette lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazione all'interno delle gallerie di linea.

All'interno delle gallerie è sempre stata prevista la realizzazione di opere di impermeabilizzazione, costituita dall'accoppiamento di una guaina bituminosa e di una controparete in c.a. di spessore 40 cm. Ciononostante si è previsto comunque di prevedere nel punto più basso della linea ferroviaria di nuova realizzazione la costruzione di un impianto di sollevamento.

5.1 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DELLA TRINCEA UCCIARDONE

La valutazione degli apporti meteorici diretti sulla trincea ferroviaria dell'Ucciardone (TR01) è stata svolta in termini specifici, determinando a partire dalla CPP (curva di possibilità pluviometrica) relativa al tempo di ritorno di 100 anni e quindi il valore dell'intensità di pioggia per unità di superficie relativa alla prefissata durata dell'evento. La procedura seguita per la determinazione della CPP essenzialmente ripercorre quanto fatto nell'ambito del P.A.I. redatto dalla Regione Sicilia (Anno 2004).

Per la costruzione della CPP è stata scelta la stazione pluviometrica "Palermo Villa Travia" e si è proceduto alla raccolta delle altezze di pioggia massime annuali per assegnate durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore pubblicati nella parte I degli Annali del Servizio Idrografico della Regione Siciliana. Per ogni durata si è provveduto al calcolo della media, dello scarto quadratico medio, del coefficiente di variazione (CV). Inoltre, sempre per ogni stazione, si è calcolato il valore dei coefficienti a e n che entrano nella relazione che definisce la media della precipitazione μ_t osservata per una durata di t ore.

Infine, si è anche calcolato il coefficiente di variazione rappresentativo della stazione (CVS), nell'ipotesi di invarianza di scala delle distribuzioni di probabilità delle altezze di pioggia relative alle diverse durate.

In mancanza di campioni di massime altezze di pioggia per una generica durata t inferiore all'ora, la pratica corrente è quella di estrapolare la CPP determinata con riferimento ad altezze di pioggia di massima intensità e durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore (Valutazione delle piene in Sicilia – C.N.R. Gruppo Nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche).

Questa procedura implica l'ammissione che la CPP è unica nel campo dei valori di t inferiori alle 24 ore. Fisicamente ciò equivale ad ammettere che gli eventi di pioggia di durata inferiore alle 24 ore, indipendentemente dalla durata, sono determinati dagli stessi fattori meteorologici.

In realtà per un assegnato pluviografo risultano connesse le distribuzioni di probabilità delle h_t nel campo $3 \text{ ore} \leq t \leq 24 \text{ ore}$ mentre non sempre i suddetti legami si estendono alle distribuzioni relative a durate $t < 3 \text{ ore}$. Pertanto la legge $h_{t,T}$ assume solitamente andamenti diversi a seconda che ci si riferisca all'intervallo $0.5 \text{ ore} \leq t \leq 2 \text{ ore}$ o $3 \text{ ore} \leq t \leq 24 \text{ ore}$.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 38 di 106

In genere (Penta, Rasulo, Rossi, 1972) le massime altezze di pioggia h_t di durata $0.5 \text{ ore} \leq t \leq 2 \text{ ore}$ si verificano in occasione di eventi brevi mentre quelle di durata $3 \text{ ore} \leq t \leq 24 \text{ ore}$ in occasione di eventi lunghi. Per $2 < t < 3 \text{ ore}$ invece il massimo annuale si può verificare sia in occasione di un evento breve che di un evento lungo.

Bell (1969) per una durata t della pioggia variabile tra 5 e 120 minuti fornisce la seguente espressione:

$$h_{(t,T)}/h_{(60,T)} = 0.54 \cdot t^{0.25} - 0.5$$

La curva di Bell stabilisce ancora una volta che, per fissata durata, risulta costante il rapporto h_t/h_{60} .

Per il dimensionamento dell'impianto di sollevamento si è applicata la formula razionale assumendo come evento critico un evento caratterizzato da una durata pari a 10 minuti (periodo di ritorno pari a 100 anni), per il quale risulta $i_t=10, T=100 = 207.6 \text{ mm/h}$.

L'apporto meteorico corrispondente all'evento di pioggia analizzato nei precedenti paragrafi è stato valutato per unità di superficie $q_s \text{ (l/s} \times \text{m}^2)$ adottando, cautelativamente, per il coefficiente di afflusso un valore $\varphi = 0.80$.

Allo scopo di rendere minimo il volume della vasca, si prevede l'installazione di due pompe disposte in parallelo, ciascuna adeguata al sollevamento di metà della portata massima innanzi calcolata più una terza pompa di emergenza: appositi interruttori di livello renderanno automatiche le successive fasi di funzionamento e sosta delle pompe. In occasione di eventi meteorici ordinari sarà sufficiente il funzionamento di una pompa, mentre se le portate in arrivo superano la capacità della singola macchina l'aumento del livello determinerà l'accensione dell'altra pompa.

La potenza delle pompe da adottare è stata valutata in base alla portata da sollevare, e stimando la prevalenza totale richiesta, somma del dislivello geodetico e delle perdite di carico. Considerando le perdite di carico continue e quelle localizzate, ed imponendo comunque, in maniera cautelativa, che le perdite di carico siano non inferiori al 20% del dislivello geodetico, si è valutata la prevalenza totale e quindi la potenza della singola pompa che risulta essere pari a 5.28 kW. La potenza dell'impianto è pari a 15.84 kW.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 39 di 106

5.2 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DELLE GALLERIE DI LINEA

E' stato stimato l'apporto delle acque di infiltrazione all'interno delle gallerie di linea. Nonostante le gallerie di linea prevedano l'impermeabilizzazione dei diaframmi, è stato deciso di prevedere, a scopo cautelativo, il posizionamento di un impianto di sollevamento ubicato nel punto più basso della linea in modo da potervi convogliare le acque che potrebbero infiltrarsi all'interno e che vengono raccolte tramite la canaletta di linea ubicata su un lato del solettone di fondo.

La portata di calcolo è stata stimata tenendo conto della lunghezza del tratto da drenare (1500 m) e che, lungo il tratto in esame, sono presenti prevalentemente formazioni calcarenitiche (caratterizzate da una permeabilità compresa tra $10^{-3} \div 10^{-5}$ cm/s), con falda variabile (da -2 m a -14 m da piano campagna). Sulla base di tali considerazioni, la portata da raccogliere nella vasca e da smaltire con l'impianto di sollevamento è pari a $Q=12.8$ l/s.

La potenza delle pompe da adottare è stata valutata in base alla portata da sollevare, e stimando la prevalenza totale richiesta, somma del dislivello geodetico e delle perdite di carico. Considerando le perdite di carico continue e quelle localizzate, ed imponendo comunque, in maniera cautelativa, che le perdite di carico siano non inferiori al 20% del dislivello geodetico, si è valutata la prevalenza totale e quindi la potenza della singola pompa che risulta essere pari a 1.29 kW. La potenza dell'impianto è pari a 3.86 kW.

5.3 CANALETTE DI LINEA

Lungo le gallerie artificiali, all'interno del solettone di fondo, sono previste canalette rettangolari di dimensioni 0.46 m di base e 0.20 m di altezza. La verifica delle canalette di linea è stata condotta con riferimento all'evento di progetto ($T=100$ anni e $t=10$ minuti) ed assumendo un coefficiente di afflusso pari a 0.8 ed una larghezza media di 10 m, ed assumendo infine valide le condizioni di moto uniforme ($KS=66$ m^{1/3}/s). I risultati ottenuti dalle verifiche, mostrano che il grado di riempimento è sempre ben inferiore a 0.7 e la velocità è non superiore a 2.0 m/s.

5.4 ANALISI INTERFERENZA IDRAULICA GALLERIA ARTIFICIALE IN VIA CRISPI

Nel presente paragrafo, si analizzano gli aspetti relativi alla potenziale interferenza tra la galleria artificiale in via Crispi e la falda lungo il tratto di galleria che corre parallelo a via Crispi.

In questa zona, la galleria artificiale si colloca in posizione pressoché ortogonale alla linee di deflusso costituendo una possibile interferenza con il naturale percorso delle acque di falda da monte verso il mare. Le informazioni raccolte durante la campagna di indagine del Progetto Esecutivo, accompagnate dai dati già disponibili, hanno consentito la ricostruzione con un livello di dettaglio adeguato alle finalità dello studio, sotto l'aspetto geologico, geotecnico ed idrogeologico. In modo particolare la valutazione del gradiente attuale, della permeabilità in grande scala, e della successione stratigrafica, costituiscono gli aspetti fondamentali su cui si basa ogni considerazione in merito.

Con riferimento alla permeabilità, fino ad oggi erano disponibili solo prove con un significato di carattere locale, quali ad esempio prove Lefranc o ancora più in piccolo, prove condotte su campioni di laboratorio. Nell'ambito in esame, tali prove forniscono valori piuttosto dispersi che possono variare anche di due

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 40 di 106

ordini di grandezza. Per ovviare in qualche misura a questo problema e per ricavare un'informazione che coinvolgesse un maggiore volume di terreno è stata organizzata ed eseguita una prova di pompaggio con piezometri di controllo.

L'intervento di mitigazione consiste nella predisposizione dei seguenti elementi principali:

- realizzazione di una serie di dreni verticali in ghiaia lato monte, posti ad una distanza trasversale dalla Galleria dell'ordine di 2÷3 m; l'interasse longitudinale è dell'ordine di 10-15 m, in funzione delle interferenze locali, aventi una lunghezza tale da superare il tappo di fondo della galleria per almeno 3 m; l'allungamento del dreno al disotto dello specchio dell'opera ha lo scopo di mitigare gli effetti di possibili anisotropie di permeabilità;
- realizzazione di una serie di dreni verticali lato valle posti a distanza longitudinale dell'ordine di 20-30 m aventi lo scopo di captare le acque provenienti dalle tubazioni di collegamento che attraversano l'opera al di sopra del solettone di copertura ed al di sotto del solettone di fondo. La lunghezza dei dreni di valle è sufficiente che venga spinta fino ad un paio di metri oltre il punto di contatto con la tubazione inferiore;
- realizzazione di una trincea pressoché continua longitudinalmente che collega la sommità dei dreni di monte; tale elemento svolge la funzione di captazione del potenziale rigurgito e redistribuzione longitudinale tra i dreni verticali; All'interno della trincea, si dispone una tubazione micro fessurata avvolta in geotessuto al fine di consentire la manutenzione ed il lavaggio della trincea da appositi pozzetti di ispezione. Lato valle non è necessaria la realizzazione di una trincea sommitale;
- realizzazione di una tubazione di ByPass eseguita dall'interno della galleria, al di sotto della soletta di base che collega il dreno verticale di monte con il dreno verticale di valle ogni 20-30 m circa;
- realizzazione di una tubazione di collegamento alla quota del solettone di copertura.

Per i dettagli riguardanti le considerazioni sulla permeabilità, le condizioni idrogeologiche e le analisi numeriche svolte, si rimanda alla relazione *"ANALISI INTERFERENZA IDRAULICA - Galleria artificiale in via Crispi"*.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 41 di 106

6. SISMICA

Secondo la normativa di riferimento (D.M.'96), ai fini della zonazione sismica del territorio italiano, l'area in oggetto ricade in seconda categoria (S=9); pertanto si considera un coefficiente sismico $c = 0.07$, moltiplicato per un coefficiente di importanza pari $I = 1.25$, mentre gli altri coefficienti previsti da normativa (R , β , ε) sono assunti pari all'unità.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 42 di 106

7. ARCHEOLOGIA

7.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO

Allo scopo di definire il rischio archeologico delle aree interessate dall'intervento, è stata condotta una Valutazione del Rischio Archeologico attraverso cui è stato analizzato l'impatto delle attività previste sulle realtà storico-archeologiche sulle quali si andrà ad operare. In questo modo, sarà possibile organizzare le attività archeologiche previste e le indagini archeologiche preliminari ed in corso d'opera nelle zone interessate dalle opere.

Lo studio svolto per la Valutazione del Rischio Archeologico ha come oggetto il settore settentrionale della città di Palermo, in un'area compresa fra il centro storico, nella parte meridionale, ed il Monte Pellegrino nella parte nord-orientale. Suddetto settore costituisce una zona soggetta nel tempo ad un'intensa occupazione, sin dalla preistoria, e senza soluzione di continuità fino ad oggi.

Risalgono al Pleistocene superiore le testimonianze della storia più remota di questa zona; in questo periodo la piana di Palermo, ormai emersa, era percorsa da mandrie di elefanti, di ippopotami e di altri erbivori, molti dei quali furono pasto di grossi predatori (leoni e lupi) e delle iene delle caverne. Numerose appaiono le prime testimonianze della presenza dell'uomo nella piana di Palermo, molte delle quali provengono dalle grotte, numerose attestate sul Monte Pellegrino, le quali divennero le dimore degli uomini dal Paleolitico superiore (a partire da circa 16.000 anni fa) fino a tutto il Mesolitico (cioè fino a 8.000 anni fa). Durante l'Eneolitico appare documentata anche la presenza di una diffusa rete di piccoli villaggi di capanne, radicata a livello capillare sul territorio, la cui individuazione è legata prevalentemente al ritrovamento delle relative necropoli.

La nascita dell'insediamento di Panormus antica (di origine punica) vide lo spostamento del nucleo abitativo in un'area diversa rispetto alle zone fino a quel momento frequentate. In epoca punica - con ulteriori testimonianze che si datano anche alle successive epoche romana e bizantina - sul Monte Pellegrino si creò un sistema di insediamenti militari a scopo difensivo, situati per la maggior parte agli sbocchi a monte degli scoscesi pendii che, lungo le pareti strapiombanti occidentali e meridionali del Monte, costituivano i soli varchi di accesso alla sommità.

In epoca romana e nel Medioevo la zona oggetto di questo studio venne ad essere periferica rispetto al centro abitato: Probabilmente, quest' area pianeggiante venne sfruttata a livello agricolo, la cui occupazione potrebbe esser stata caratterizzata dalla presenza di fattorie e ville, delle quali però ad oggi non sono state rinvenute testimonianze. La zona rimase per secoli aperta campagna, fino al primo insediamento del Borgo di S. Lucia, sorto nel 1571, e soprattutto all'urbanizzazione cui fu sottoposta dall'Ottocento ad oggi.

Nel SIA redatto nel 2003, la definizione del Rischio Archeologico, assoluto e rispetto al tracciato, è stata circoscritta ad un'area pressappoco rettangolare entro la quale si snodava il tracciato ferroviario (vedi carta del rischio archeologico assoluto). Il territorio in questione appare interessato da una serie di aree a Rischio Archeologico alto e medio-alto, derivazione dell'ininterrotta frequentazione della zona a partire dall'epoca preistorica fino al Medioevo.

Come si può leggere sulla Carta del Rischio Archeologico Assoluto, nell'area interessata dalla tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama vi sono alcune aree a rischio archeologico alto, come quelle localizzate intorno a Piazza Giachery, Villa Papa D'Amico e Piazza dei Leoni. L'ascrizione di queste aree al livello di rischio archeologico alto è dovuta al rinvenimento di alcune tombe dell'età del Rame, la cui presenza

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 43 di 106

potrebbe ricondurre all'esistenza di uno o più nuclei insediativi dei quali però ad oggi non sono state rinvenute tracce. Sempre all'interno di questo orizzonte cronologico, ovvero quello della media Età del Rame, si colloca uno due pozzi di captazione presso il Giardino Inglese, mentre quello di piazza Edison (del II secolo d.C.). Suddetti pozzi, testimonianze di una frequentazione in epoca protostorica e storica, assieme alle testimonianze sepolcrali precedenti, hanno consentito di definire aree interessate da tali rinvenimenti "a rischio archeologico alto", data la puntuale localizzazione dei rinvenimenti.

Diversamente, le zone di ritrovamento di abbondanti ossa fossili riferibili ad elefanti risalenti al Pleistocene superiore, nei pressi di via Boscogrande, oggi via Marconi, dell'area di scavo per il canale di Passo di Rigano, di via N. Morello e di via T. Gargallo, sono state ascritte al livello di rischio archeologico medio-alto, data la loro non puntuale localizzazione.

La restante porzione di territorio interessata dalla tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama è ascrivibile alla definizione di "rischio archeologico medio" data la mancanza di rinvenimenti archeologici documentati, sebbene estesa in un'area a ridosso di aree frequentate intensamente e senza soluzione di continuità dalla preistoria ad oggi.

Oltre alle valutazioni di cui sopra, occorre tenere presente che per definire il grado di Rischio Archeologico rispetto al tracciato, ai cantieri ed alle opere accessorie (Rischio Archeologico Relativo), per il rischio effettivo da tenere in considerazione durante l'esecuzione delle opere si deve considerare la tipologia del complesso delle opere in progetto ed il grado di Rischio Archeologico dell'area che esse andranno ad interessare.

Si considerano a rischio alto, durante l'esecuzione dei lavori, le seguenti aree:

- Tratta ferroviaria da Km 3+621.00 al Km 3+730;
- Fermata Libertà;
- Estremità meridionale dell'area n.1 "Sampolo";
- Rampa di cantiere via Sicilia.

Si considerano a rischio medio, durante l'esecuzione dei lavori, le seguenti aree:

- Tratta ferroviaria da Km 3+730 a Km 5+272.76;
- Fermata Porto in Sotterraneo;
- Stazione Politeama;
- Area n.0 (alternativa) "Libertà";
- Area n.1 "Sampolo" (quasi interamente);
- Area n.2 "Ucciardone";
- Area n.3 "Porto";
- Area n.4 "Politeama";
- Rampa di cantiere via Lamasa;
- Rampa di cantiere via S. Oliva;
- Sottopasso pedonale presso la Fermata-Porto.

7.2 INDAGINI ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI

La programmazione di indagini preliminari ha lo scopo di ridurre al minimo i rischi di interruzione o di rallentamento in corso d'opera. L'analisi e la sintesi di tutti i dati acquisiti nello Studio Archeologico, consente l'individuazione di aree di interesse archeologico in corrispondenza dell'opera in progetto; all'interno di esse si possono programmare indagini archeologiche preventivamente alla realizzazione

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 44 di 106

dell'opera ferroviaria – in base alle richieste e alle prescrizioni della Soprintendenza Archeologica competente.

Un esame accurato del tracciato e delle diverse tipologie di opera ferroviaria previste in progetto, ha consentito di indicare e stabilire le problematiche determinate dall'interferenza del tracciato sull'area attraversata e sui siti archeologici in essa individuati, ed in particolare su quelli direttamente coinvolti. La suddetta analisi per i punti rivelatisi a maggior rischio ha condotto degli studi particolareggiati tramite l'impiego di un' attenta ricerca bibliografica, metodologie di foto aerea, l'esecuzione di una ricognizione sul campo e l'assunzione di informazioni presso il Servizio Archeologico della Soprintendenza ai BB.CC. e AA. di Palermo, nonché una lettura accurata della documentazione fornita sulla conformazione geologica dell'area.

Sulla base dei risultati della valutazione del rischio archeologico assoluto, si sono potuti determinare gli interventi che si ritengono necessari preliminarmente ai lavori di esecuzione dell'opera e nel corso di questi ultimi. Si andranno ad analizzare, dunque, le problematiche connesse alla possibile intercettazione di aree considerate ad elevato rischio archeologico.

In particolare, si prevedono tre diverse tipologie di interventi di prevenzione e controllo per una tutela idonea nelle aree a rischio archeologico. Per alcune aree si ritengono opportuni prima dell'inizio dei lavori, saggi di scavo condotti da personale dell'impresa esecutrice dei lavori sotto il controllo di un responsabile archeologo; per altre aree sarà necessaria la presenza costante dell'archeologo in fase di realizzazione delle opere; infine si richiedono in generale per tutto il percorso del tracciato dei controlli periodici effettuati da archeologi sui fronti di scavo in apertura.

Lo studio archeologico effettuato ha suggerito l'esecuzione di due indagini preliminari da effettuare sia previamente all'esecuzione dell'opera ferroviaria, sia in corso d'opera.

Nello studio archeologico sono state messe in evidenza due aree lungo il tracciato del progetto, poiché il rinvenimento di alcune tombe dell'Eneolitico medio le ha fatte rientrare nella classificazione delle zone ad alto rischio archeologico. Per questo motivo, si è ritenuto opportuno effettuare delle indagini archeologiche previe all'inizio dell'opera, al fine di individuare possibili ulteriori testimonianze, annesse a questi rinvenimenti, sia di tipo funerario sia di tipo abitativo.

Le due zone individuate per l'avvio delle indagini preliminari sono le seguenti:

- 1) La zona di piazza Giachery (dal Km 3+621 a Km 3+730)
- 2) La zona della fermata Libertà (dal Km 1+391 a Km 1+481).

Per ulteriori dettagli riguardanti le indagini archeologiche, si rimanda alla Relazione sulla progettazione delle indagini preliminari inserita nell'ambito dello Studio Archeologico.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 45 di 106

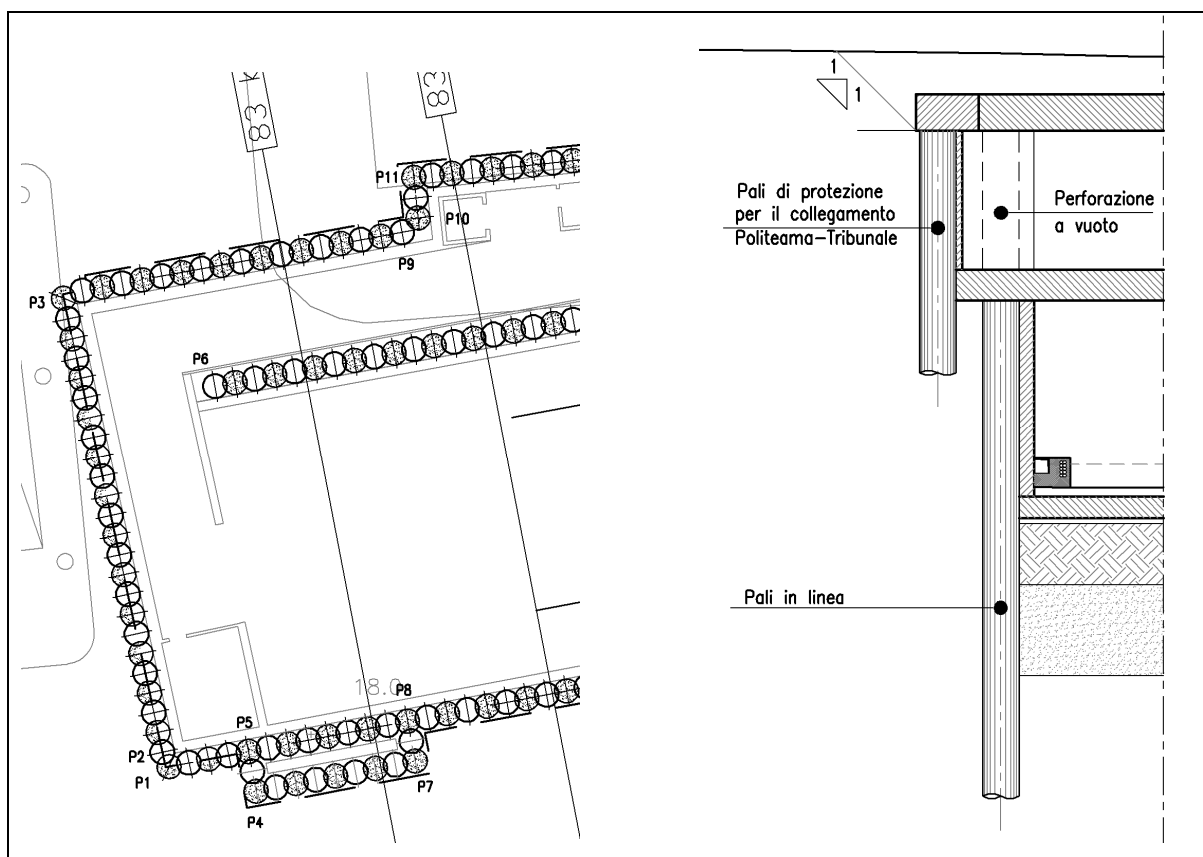
8. RECEPIMENTO PRESCRIZIONI

Sono state recepite le prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco relativamente alla richiesta di dotare la fermata Porto di un secondo percorso di sfollamento e della Provincia Regionale di Palermo relativamente alla richiesta di prevedere alla stazione Politeama la predisposizione per un tunnel di collegamento pedonale con tapis roulant a servizio del "Palazzo di Giustizia".

In particolare per la stazione Politeama nella parte terminale della stazione, a quota mezzanino è stata inserita una predisposizione per il futuro "Percorso di Collegamento Stazione Politeama – Tribunale". Tale collegamento verrà realizzato in una fase successiva mediante una struttura in c.a. avente una sezione trasversale di larghezza di 5.80 m e altezza di 3.40 m.

In questa fase si è deciso di lasciare in corrispondenza dell'ingresso al percorso una predisposizione tale per cui i pali della tratta in linea non continuano fino al piano copertura ma si interrompono al piano mezzanino. Al fine di proteggere la zona scoperta così individuata viene realizzata un'altra paratia di pali, costituita da 5 pali primari e 6 pali secondari, capace di sostenere il terreno a tergo di questa; tale paratia viene realizzata contestualmente a quella di linea.

Nel futuro, allorquando verrà realizzato il collegamento pedonale Stazione Politeama – Tribunale, sarà sufficiente effettuare la demolizione dei pali, senza alterare le condizioni statiche della Stazione Politeama.



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione Tecnica Generale		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 46 di 106

Stazione Politeama – Planimetria e sezione in corrispondenza della predisposizione per il Percorso di Collegamento Stazione Politeama – Tribunale.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 47 di 106

9. INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

9.1 DATI E REQUISITI DI BASE

Il Progetto Esecutivo è stato redatto seguendo gli stessi criteri ed indirizzi progettuali del Progetto Definitivo. Lo sviluppo del Progetto Esecutivo ha inoltre seguito le Prescrizioni Tecniche per la Progettazione di cui alle Specifiche Tecniche delle Norme Societarie Italferr.

Per quanto riguarda il tracciato, sono stati impiegati i dati ed i requisiti di base forniti da R.F.I., ed adottati nel Progetto Definitivo, secondo cui la linea in progetto è per servizio passeggeri a carattere commerciale con velocità di tracciato pari a 60 km/h.

9.2 TRACCIATO

9.2.1 Andamento planimetrico

L'andamento planimetrico è costituito da rettili e curve circolari raccordati mediante archi di parabola.

Le curve circolari presentano raggi compresi tra 165,10 m e 9000 m, mentre lo sviluppo degli archi di è compreso tra 10,00 m e 64,00 m. I rettili presentano una lunghezza compresa tra 29,52 m e 271,37 m.

Nella tabella che segue, si riporta la successione degli elementi planimetrici del tracciato.

Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]
rettilo	3621,00	3622,29	1,29	∞
parabola	3622,29	3642,29	20,00	variabile
curva	3642,29	3714,78	72,49	720,00
parabola	3714,78	3734,78	20,00	variabile
rettilo	3734,78	4006,15	271,37	∞
parabola	4006,15	4016,15	10,00	variabile
curva	4016,15	4173,97	157,82	1300,00
parabola	4173,97	4183,97	10,00	variabile
rettilo	4183,97	4259,98	76,01	∞
parabola	4259,98	4323,98	64,00	variabile
curva	4323,98	4530,24	206,26	165,10
parabola	4530,24	4594,24	64,00	variabile
rettilo	4594,24	4708,43	114,19	∞
parabola	4708,43	4718,43	10,00	variabile
curva	4718,43	4752,74	34,31	9000,00
parabola	4752,74	4762,74	10,00	variabile
rettilo	4762,74	4847,40	84,66	∞
parabola	4847,40	4857,40	10,00	variabile
curva	4857,40	4887,95	30,55	1725,00
parabola	4887,95	4897,95	10,00	variabile
rettilo	4897,95	4927,47	29,52	∞
parabola	4927,47	4937,47	10,00	variabile
curva	4937,47	4975,52	38,05	1550,00

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 48 di 106

parabola	4975,52	4985,52	10,00	variabile
rettifilo	4985,52	5092,83	107,31	∞
parabola	5092,83	5109,71	16,88	variabile
curva	5109,71	5162,18	52,46	800,00
parabola	5162,18	5179,06	16,88	variabile
rettifilo	5179,06	5239,10	60,04	∞

9.2.2 Andamento altimetrico

L'andamento altimetrico è costituito da livellette, a pendenza costante, raccordate mediante raccordi circolari concavi e convessi.

Le livellette presentano valori di pendenza compresi tra -0,02950 e 0,02422. I raccordi concavi presentano un raggio compreso tra 2700 m e 3000 m, mentre i raccordi convessi hanno un raggio compreso tra 3000 m e 5000 m.

Nella tabella che segue, si riporta la successione degli elementi altimetrici del tracciato.

Elemento	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	i [u.a.]	R [m]
livelletta	3621,00	3642,49	21,49	-0,01481	∞
raccordo convesso	3642,49	3682,17	39,68	variabile	2700
livelletta	3682,17	3950,65	268,48	-0,02950	∞
raccordo concavo	3950,65	3987,37	36,72	variabile	3000
livelletta	3987,37	4019,53	32,16	-0,01726	∞
raccordo concavo	4019,53	4072,82	53,29	variabile	3000
livelletta	4072,82	4472,63	399,81	0,00050	∞
raccordo concavo	4472,63	4528,35	55,72	variabile	3000
livelletta	4528,35	4611,18	82,83	0,01908	∞
raccordo concavo	4611,18	4636,87	25,69	variabile	5000
livelletta	4636,87	4937,80	300,93	0,02422	∞
raccordo convesso	4937,80	4975,25	37,45	variabile	3000
livelletta	4975,25	5046,53	71,28	0,01173	∞
raccordo convesso	5046,53	5085,33	38,80	variabile	3000
livelletta	5085,33	5239,10	153,77	-0,0012	∞

9.3 CORPO STRADALE FERROVIARIO

Il nuovo tracciato ferroviario di progetto inizia alcune centinaia di metri dopo l'esistente Fermata Giachery, subito all'uscita della galleria che sottopassa via Cristoforo Colombo, al km 3+621 (l'origine del sistema a cui sono riferite le progressive di progetto coincide con l'asse dell'esistente Stazione Notarbartolo).

Da questo punto, la linea si sviluppa all'interno dell'area portuale, in trincea per 193,48 m (TR01 - Trincea Ucciardone), con andamento sub-parallelo a via Francesco Crispi fino al km 3+814,48, quindi in galleria artificiale a semplice binario (GA01 - Galleria Artificiale Crispi) per 354,39 m, fino al km 4+168,87. In questo tratto, all'interno dell'area portuale, è prevista la realizzazione della Fermata Porto, fino al km 4+263,20 (FV/GA12 - Fermata Porto).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 49 di 106

Da questo punto, la sede ferroviaria curva verso destra e verrà realizzata in galleria artificiale per 736,80 m fino al km 5+000 (GA02 - Galleria Artificiale Crispi/Amari), in asse a via Emerico Amari, correndo parallelamente ad edifici di grande pregio tra cui il Teatro Politeama.

Dal km 5+000,00 al km 5+239,10, è prevista la realizzazione della Stazione Politeama (FV03/GA13 - Fermata Politeama), a doppio binario, al di sotto della omonima Piazza e della parte finale di via Emerico Amari.

Infine, lungo il percorso dell'attuale metroferrovia in esercizio, nel tratto compreso tra la Stazione Notarbartolo e la Fermata Imperatore Federico, tra il km 1+386 ed il km 1+480, verrà realizzata, in galleria artificiale, al di sotto del tratto di via Lazio compreso tra l'incrocio con via Libertà e via Sicilia, la Fermata Libertà (GA11), mediante allargamento della galleria esistente e realizzazione delle relative strutture di accesso.

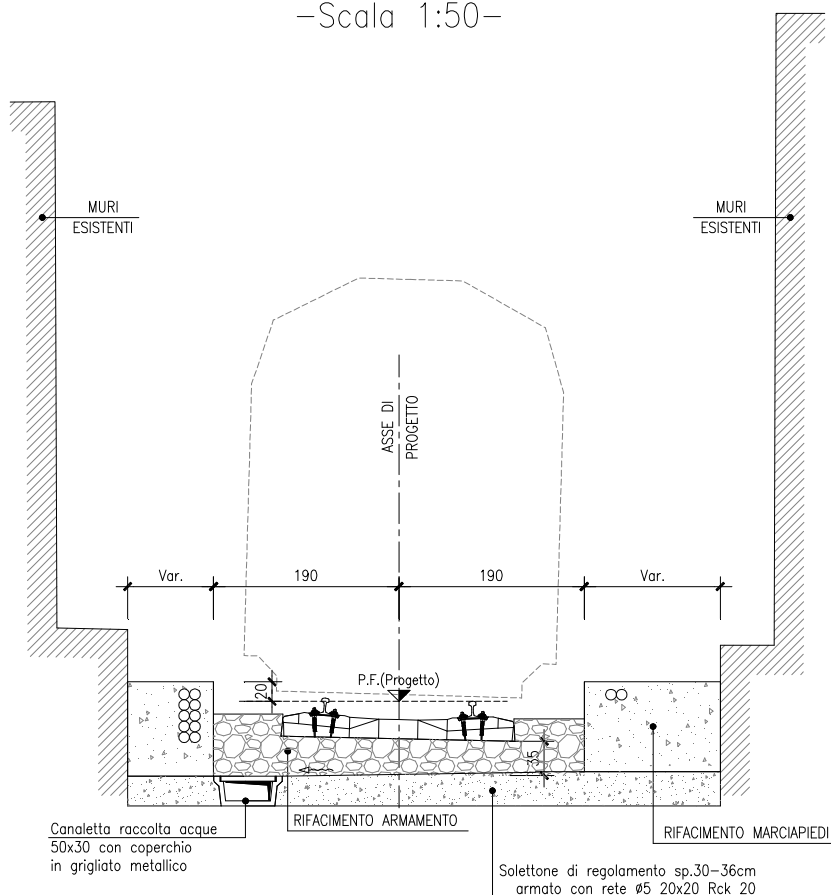
Dal punto di vista altimetrico, la linea verrà realizzata sempre in galleria artificiale, con coperture molto basse.

9.4 SEZIONI TIPO

Nell'ambito del progetto sono presenti tratti in trincea, in galleria artificiale di linea, in galleria artificiale in fermata/stazione.

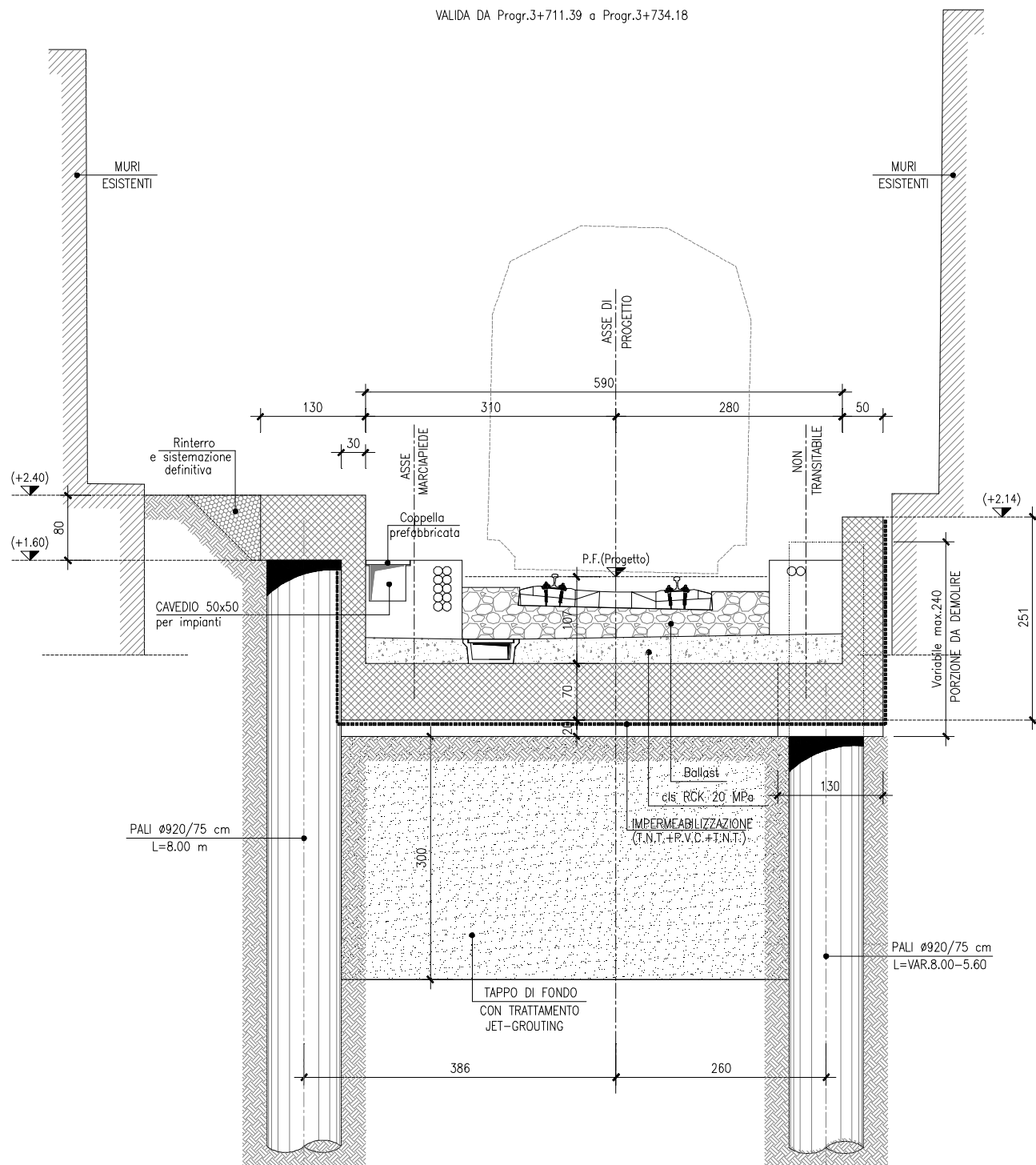
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 50 di 106

SEZIONE TIPO da Progr.3+621.00 a Progr.3+711.39
 -Scala 1:50-



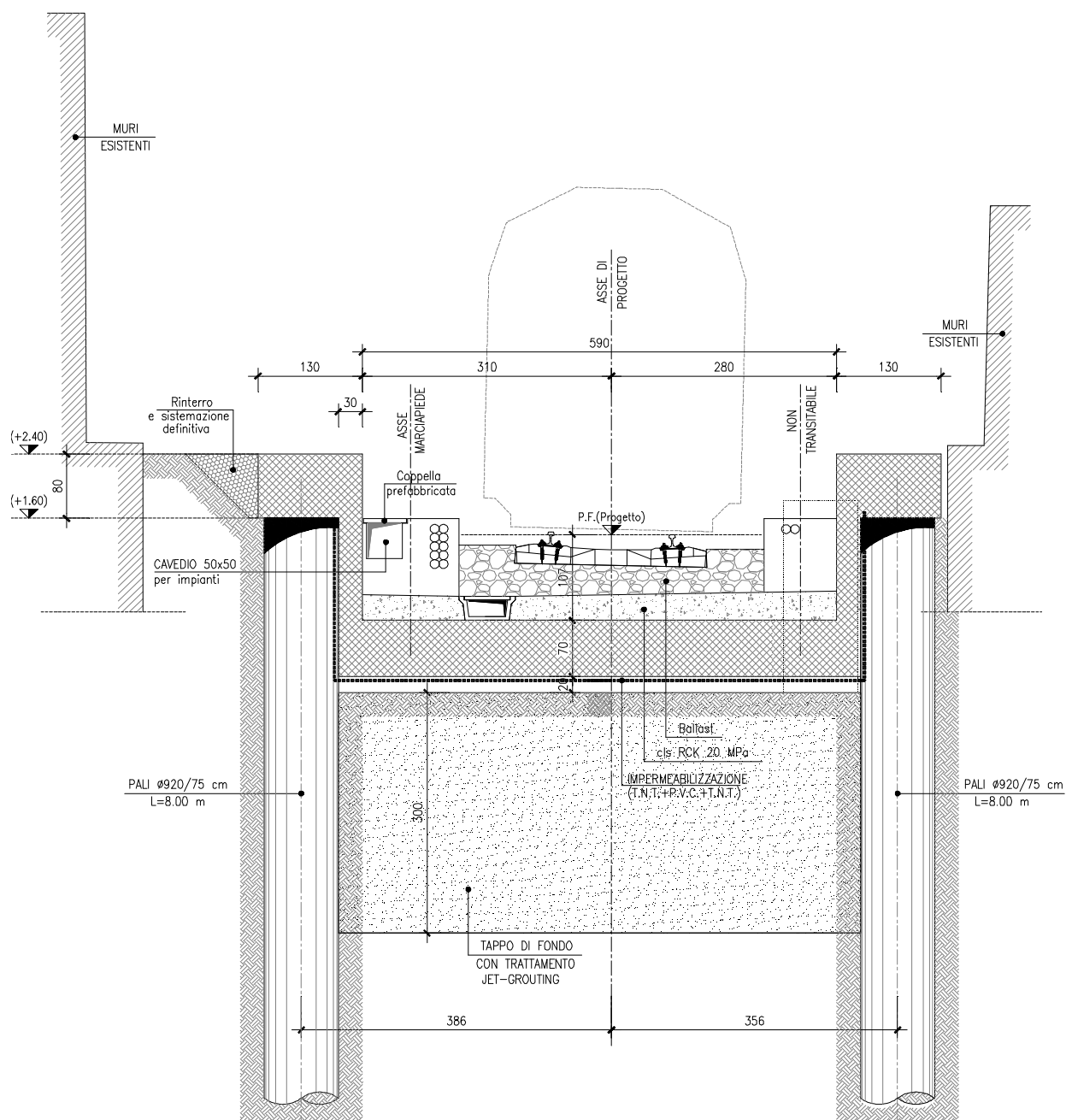
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 51 di 106

VALIDA DA Progr.3+711.39 a Progr.3+734.18



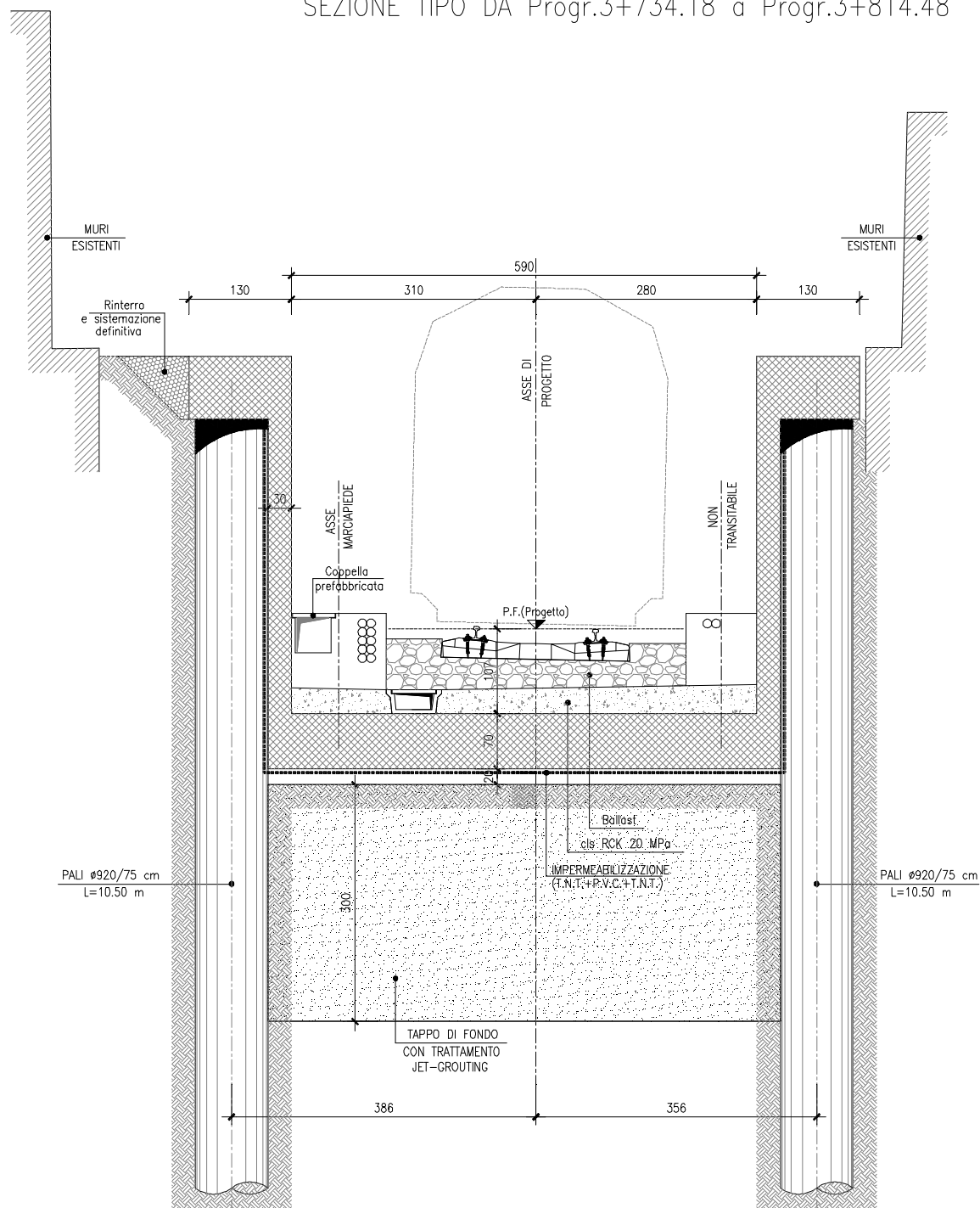
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)				
					 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 52 di 106

SEZIONE TIPO DA Progr.3+734.18 a Progr.3+752.80



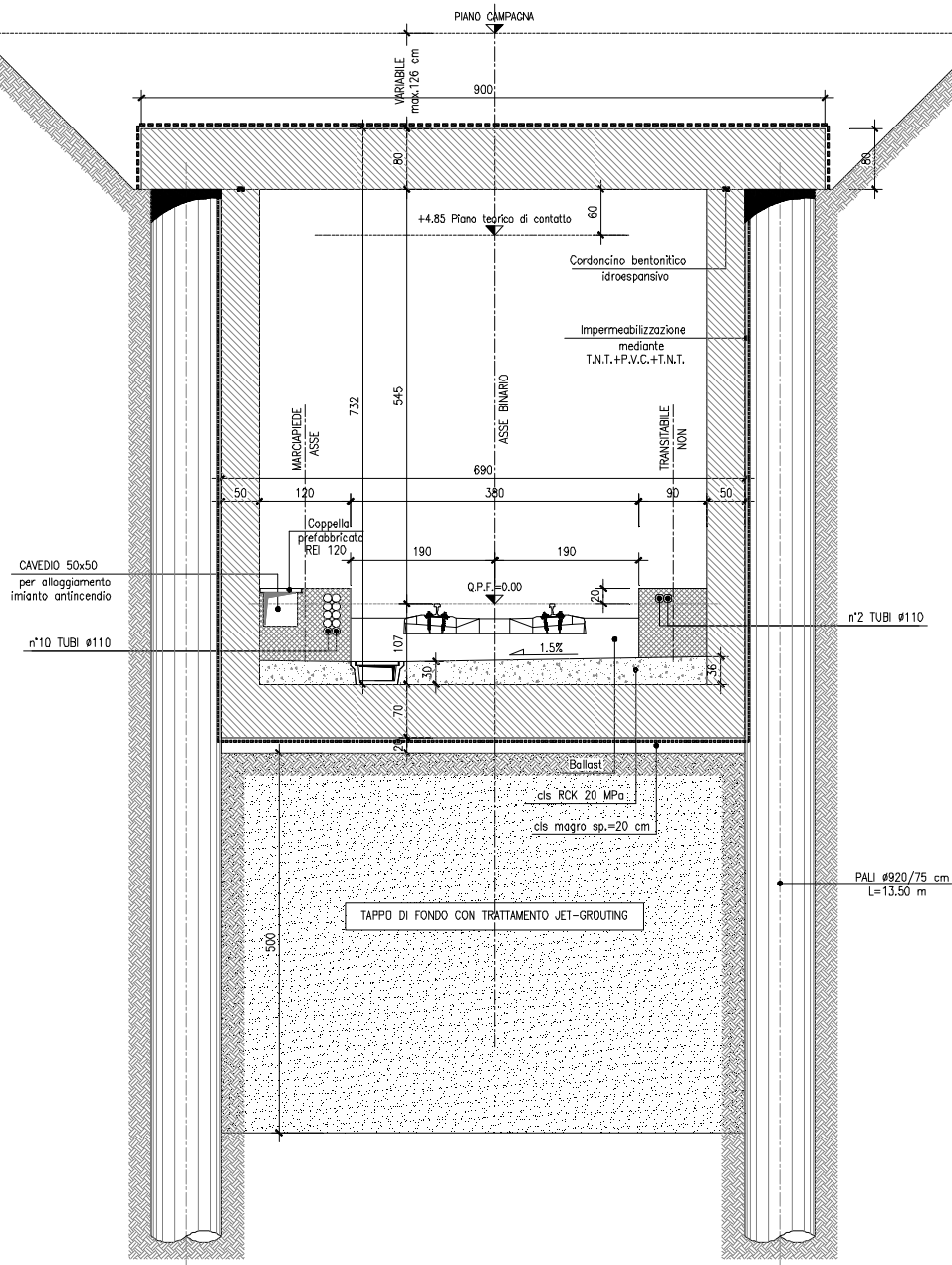
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 53 di 106

SEZIONE TIPO DA Progr.3+734.18 a Progr.3+814.48



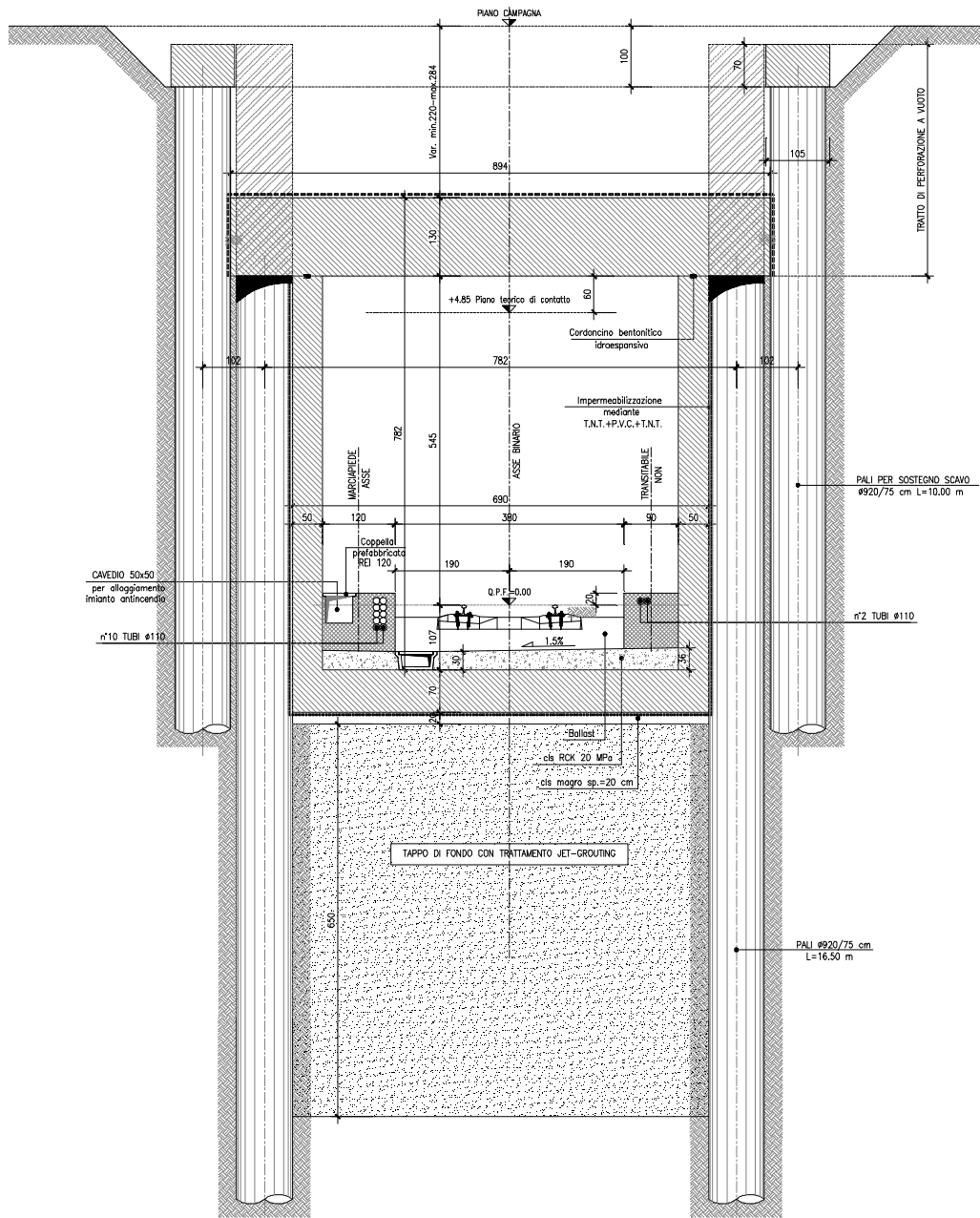
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante) 					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione Tecnica Generale		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 55 di 106

SEZIONE TIPO VALIDA DA Progr.3+872.11 a Progr.3+932.77



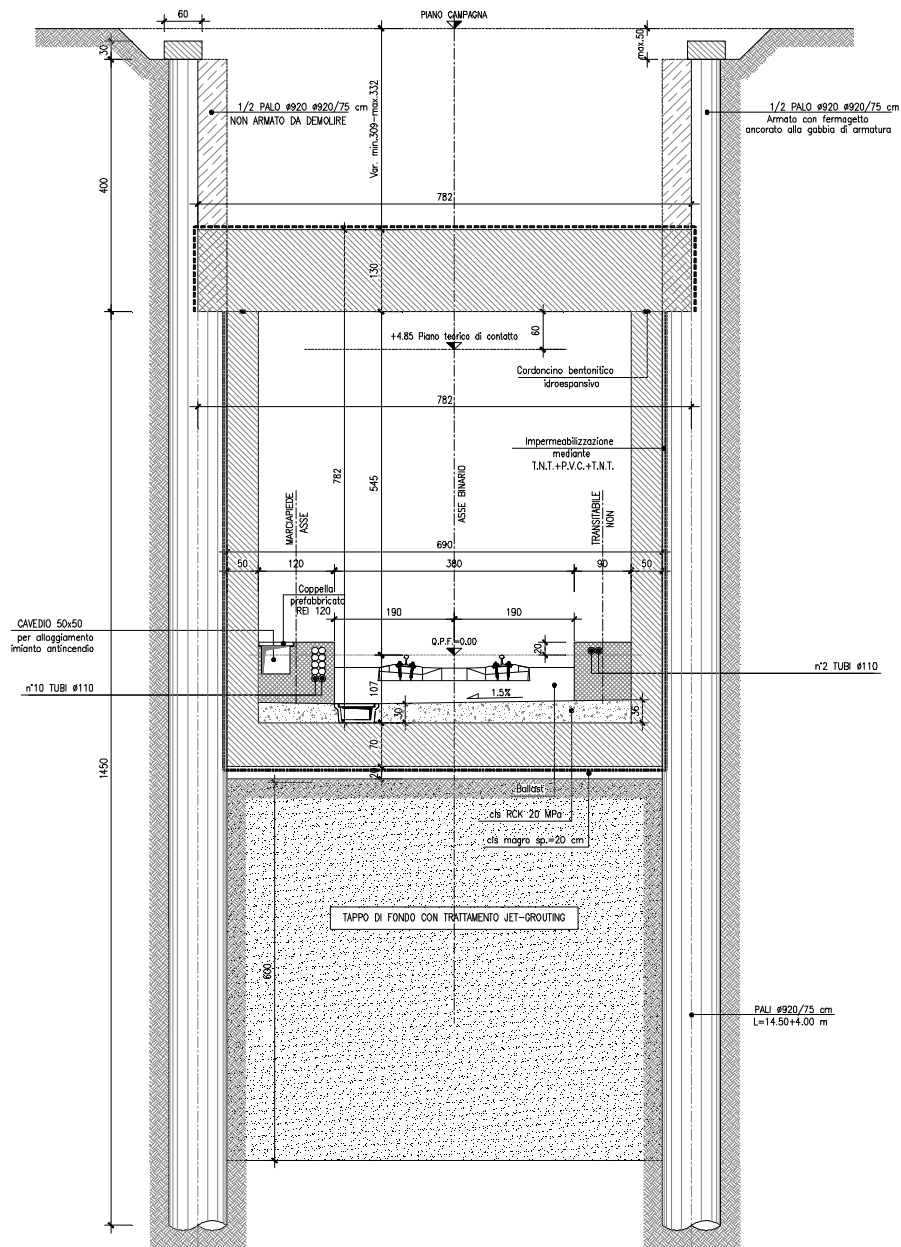
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 57 di 106

SEZIONE TIPO VALIDA DA Progr.3+997.37 a Progr.4+168.87



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 59 di 106

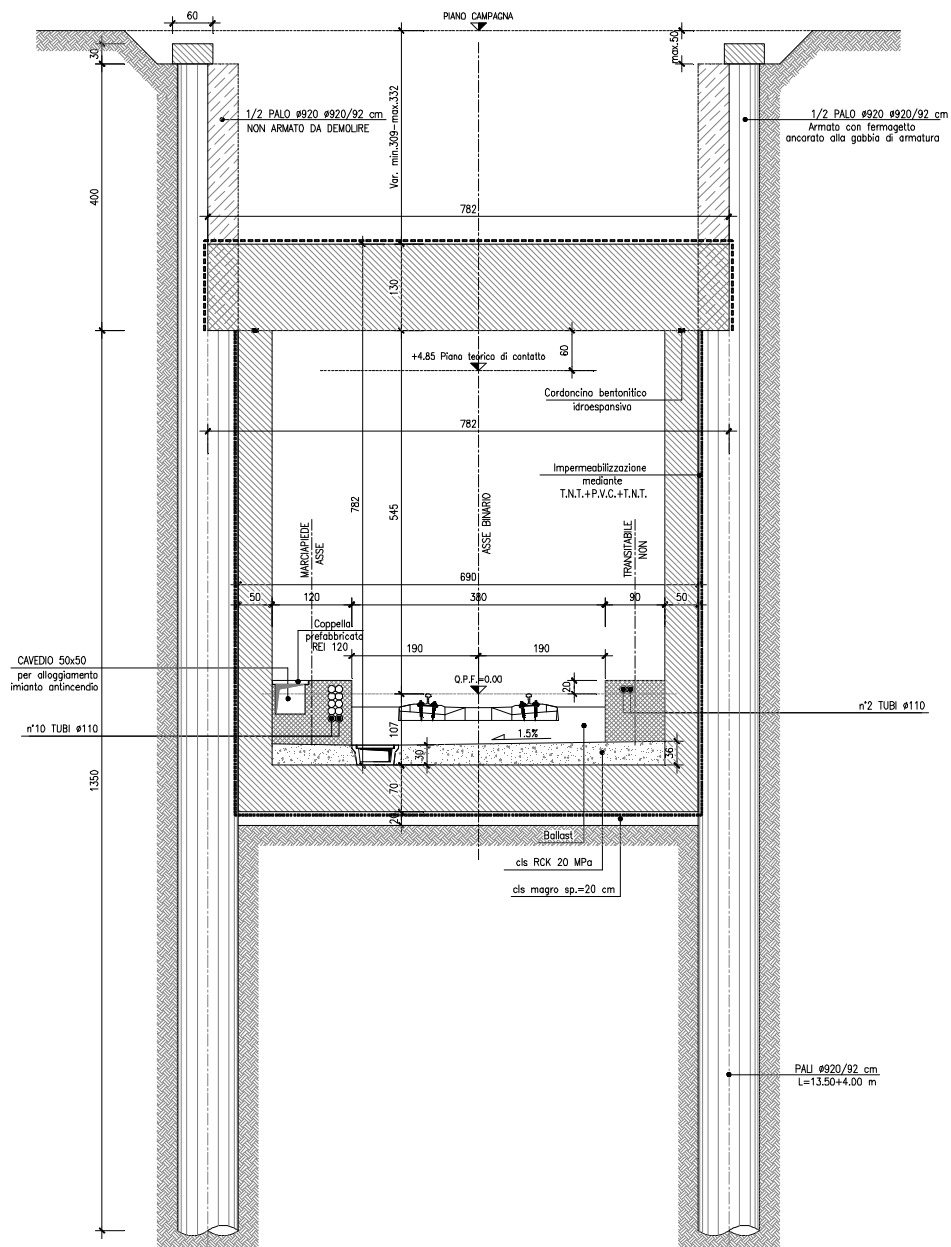
SEZIONE TIPO VALIDA DA Progr.4+540.322 a Progr.4+648.240



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 60 di 106

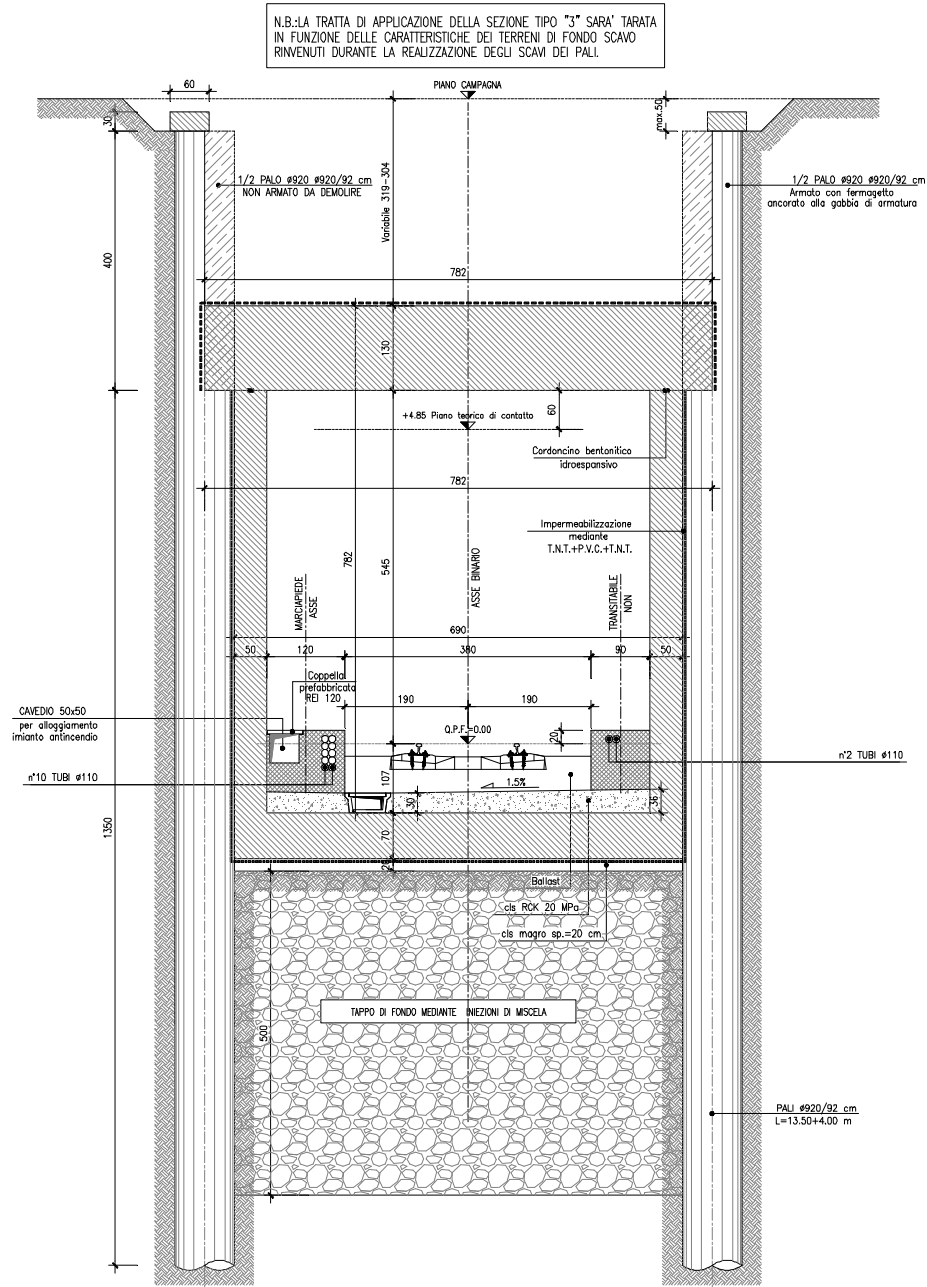
SEZIONE TIPO

VALIDA DA Progr.4+648.24 a Progr.4+750.37
E DA Progr.4+874.99 a Progr.4+999.77



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 61 di 106

SEZIONE TIPO VALIDA DA Progr.4+785.00 a Progr.4+887.95



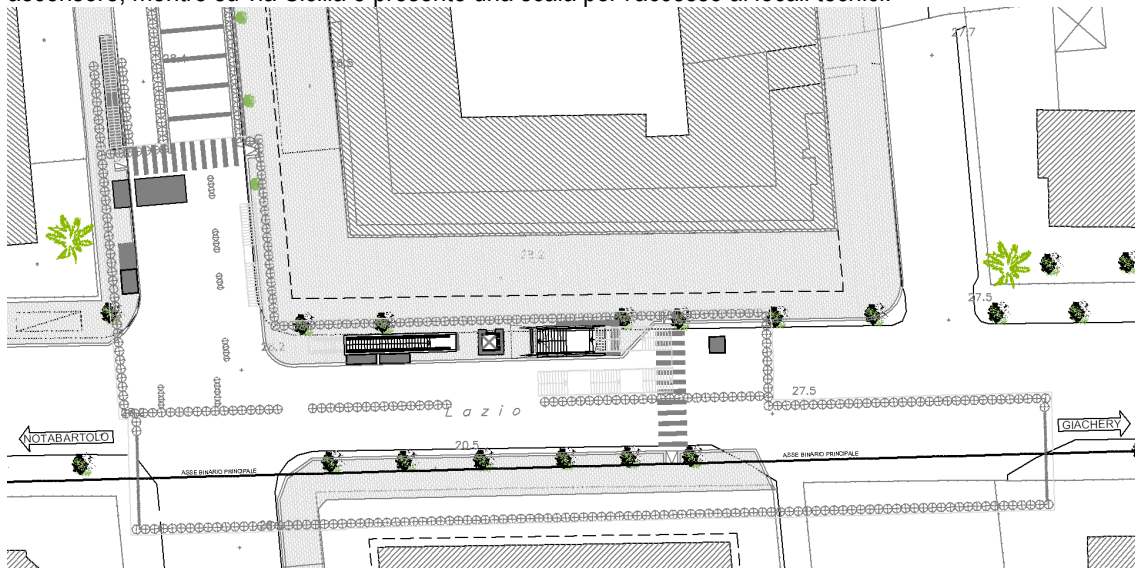
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 62 di 106

9.5 OPERE D'ARTE

9.5.1 Fermata Libertà (GA11-FV01)

La Fermata ha una pianta irregolare ed è costituita da due zone: una parte fruibile dall'utenza e l'altra destinata ai locali tecnici. La prima parte è praticamente costituita da un solo livello, fatta eccezione per il percorso che si segue sulle scale mobili, con sbarco al solaio intermedio. La parte dei locali tecnici è invece costituita da due livelli: uno al piano banchina e l'altro al piano mezzanino; per questa zona si ha una superficie di circa 500 m².

L'ingresso per l'utenza alla Fermata è consentito su viale Lazio da una scala fissa e da una mobile e da un ascensore, mentre su via Sicilia è presente una scala per l'accesso ai locali tecnici.

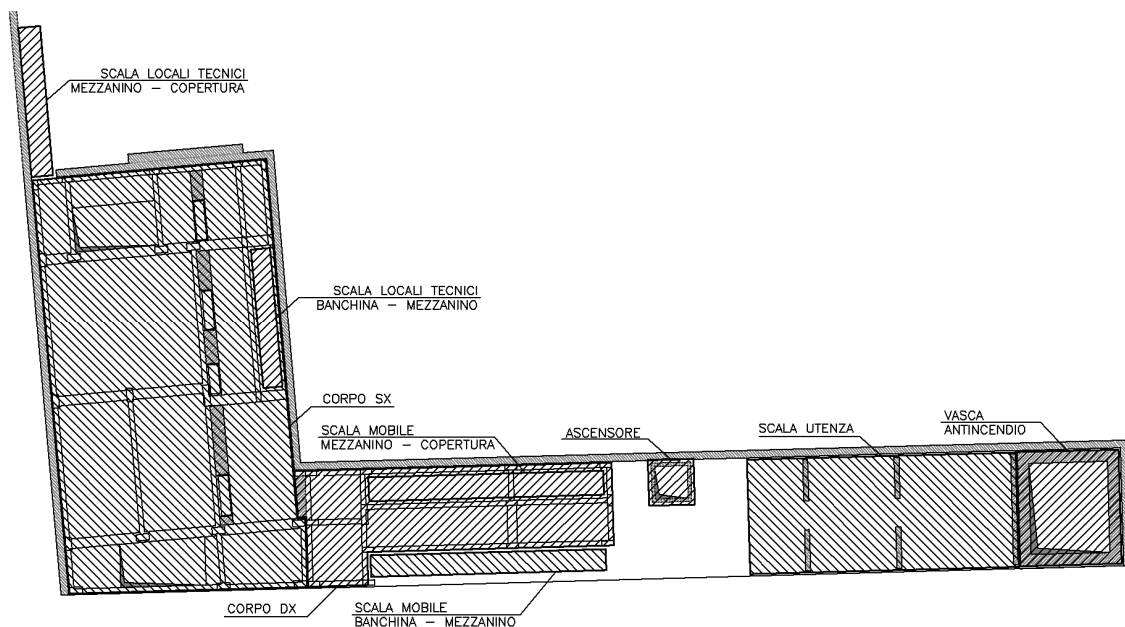


Vista di insieme della fermata Libertà, con ubicazione dei locali tecnici.

La struttura interna è circondata da un'opera di sostegno degli scavi costituita da una paratia di pali e definita, nel suo aspetto esterno, mediante rivestimento.

Le strutture interne della Fermata sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera. Per la particolare geometria dei locali interni, la struttura è stata suddivisa in più sottostrutture tra loro indipendenti, in modo da non generare eccentricità strutturali non opportune. È inoltre presente un ascensore, un corpo scala (utenza) e una vasca di raccolta acqua per finalità antincendio.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 63 di 106



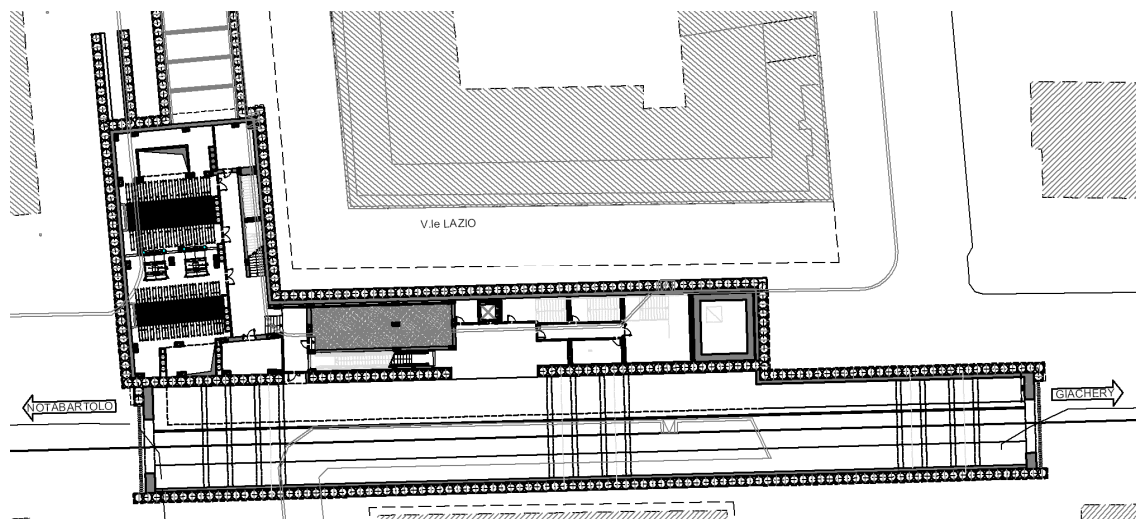
Schema planimetrico con indicazione dei vari corpi costituenti la Fermata.

La struttura del Corpo SX è inscrivibile planimetricamente in un rettangolo di lati di circa 14.70×26.20 m, con la parte inferiore inclinata rispetto alla restante parte del corpo di circa 3.5° . La rampa di collegamento tra il piano banchina e il piano mezzanino, fruibile solo dal personale di servizio, è ubicata nel lato destro della struttura.

La struttura del Corpo DX è inscrivibile planimetricamente in un rettangolo di lati di circa 17.85×7.05 m. Nella parte sinistra è presente un giunto strutturale con il Corpo SX. A questa struttura sono collegate due scale mobili fruibili dall'utenza: la prima porta dal piano banchina al piano mezzanino e la seconda dal piano mezzanino al piano stradale.

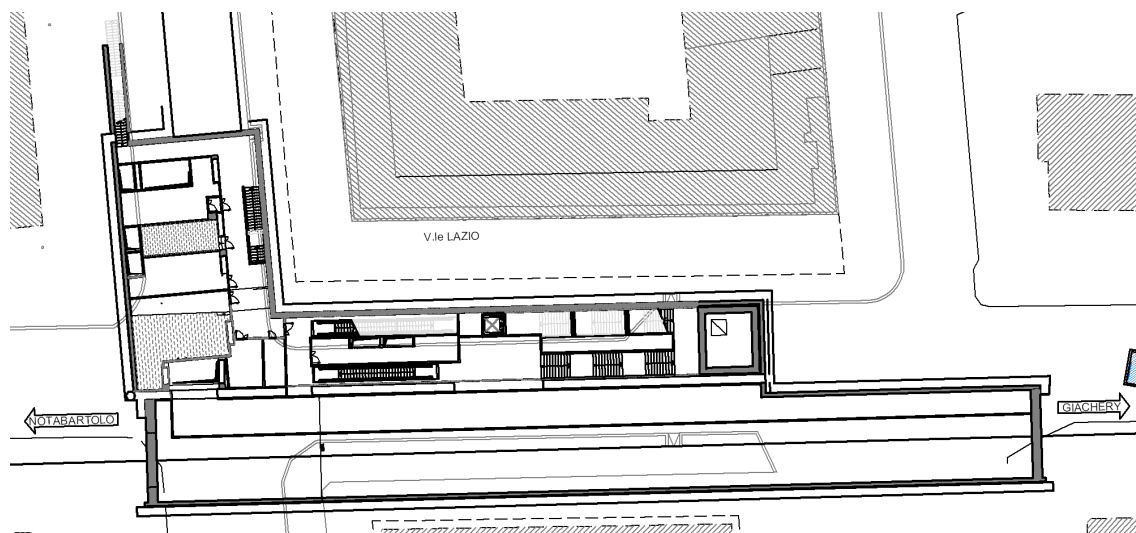
La scala fissa per gli utenti è ubicata nella parte sinistra della fermata, e collega il piano banchina con il piano stradale; anche l'ascensore, posizionato frontalmente all'uscita degli utenti sulla banchina di stazione, collega i due piani senza fermate intermedie.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 64 di 106



Planimetria generale in corrispondenza del piano banchina.

Altimetricamente la struttura della Fermata consiste in due piani interrati, con interpiano strutturale di 5.67 m tra la fondazione e il piano mezzanino e 4.60 m tra il mezzanino e il solaio di copertura. La fondazione prevista è del tipo diretto a piastra dello spessore di 1.00 m.



Planimetria generale in corrispondenza del piano mezzanino.

Le strutture del Corpo SX e del Corpo DX consistono in pilastri di forma rettangolare, sui quali si regge il piano mezzanino, e travi gettate in opera, anch'esse di forma rettangolare. I solai del piano mezzanino sono costituiti da lastre in calcestruzzo armato precompresso a trecce aderenti

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 65 di 106

aventi l'intradosso piano, irrigidite da tralicci elettrosaldati e blocchi interposti in laterizio con funzione di alleggerimento, dello spessore di 43 + 6 cm. Il solaio di copertura è interamente gettato in opera, con spessore strutturale di 120 cm.

Le scale, anche queste gettate in opera, sono realizzate tramite solette rampanti dello spessore di 20 cm per quella destinata al personale di servizio e di 30 cm per quella utenza.

Anche il vano dell'ascensore sarà gettato in opera e sarà realizzato tramite dei setti verticali dello spessore di 20 cm.

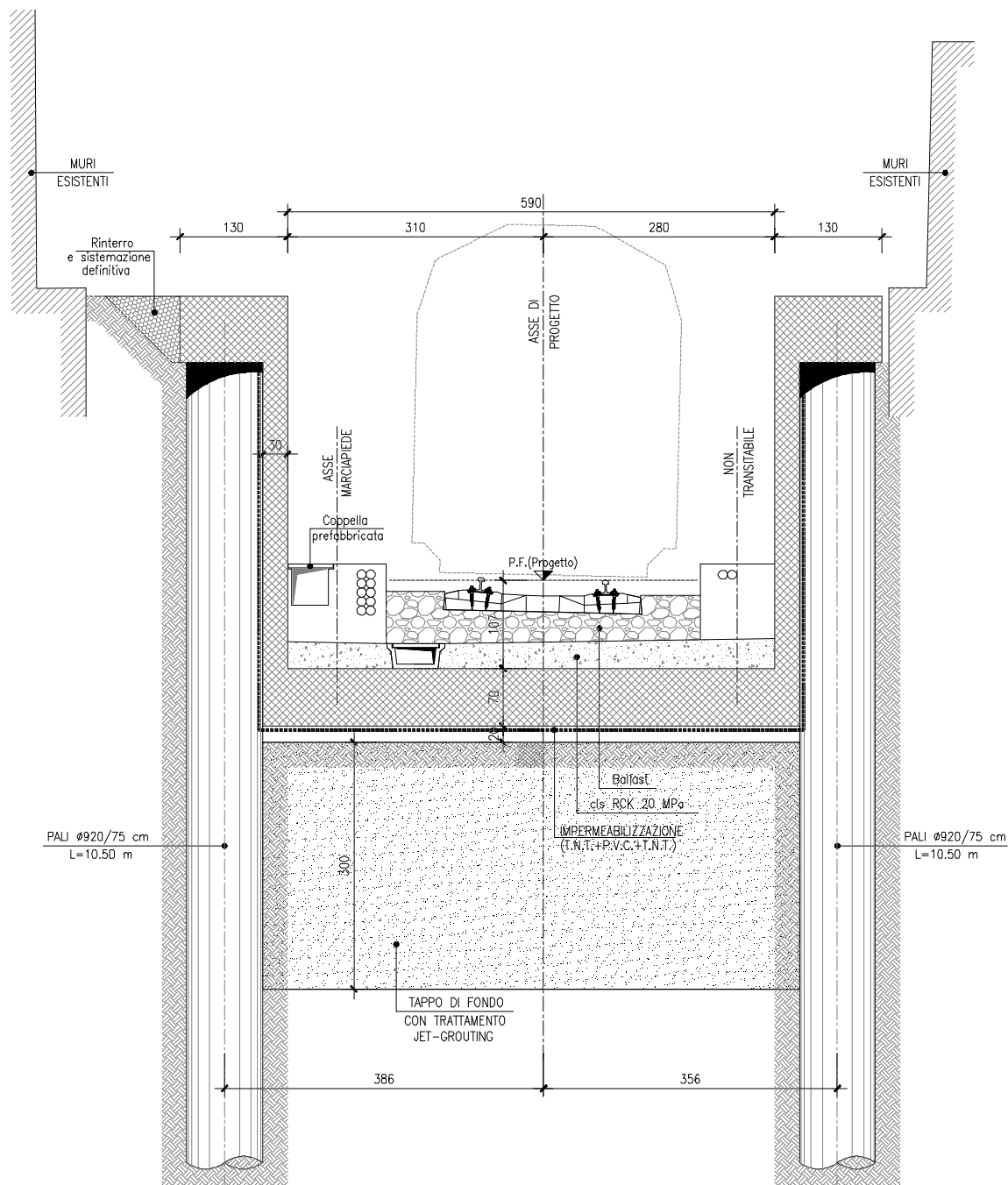
A protezione dell'accesso dell'utenza è prevista la realizzazione di una pensilina in acciaio, oggetto di una relazione di calcolo specifica.

Tutte le strutture, ossia pilastri, travi e solai, possiedono adeguati copriferri in relazione alla normativa antincendio e al grado di resistenza REI richiesta: la tipologia deve essere non inferiore a REI 120.

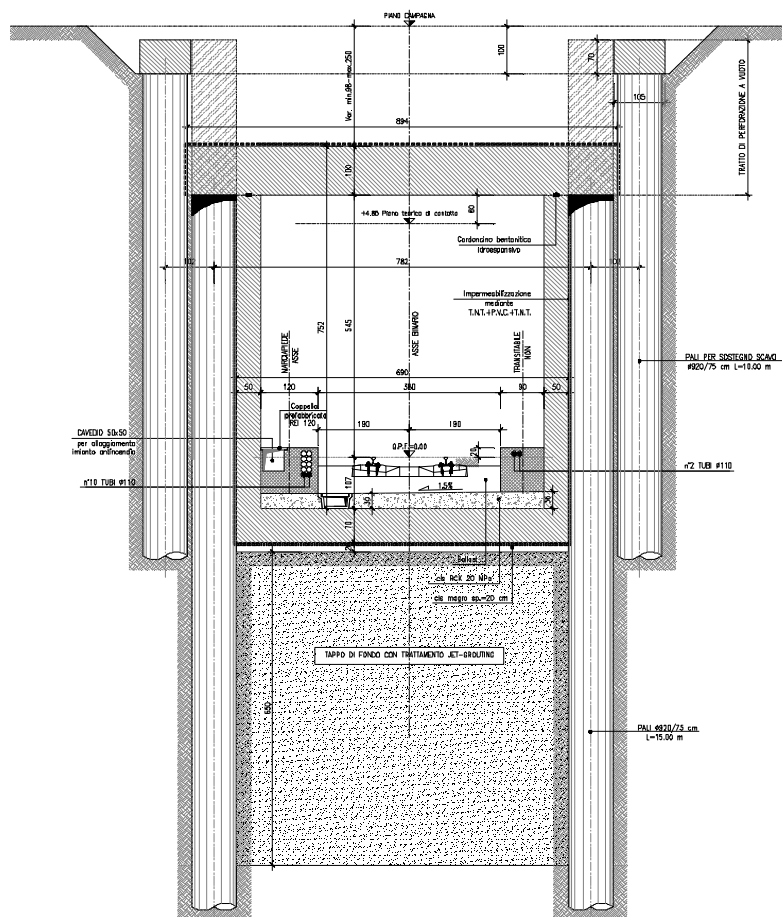
9.5.2 Trincea dell'Ucciardone (TR01)

Tale opera è realizzata per mezzo di diaframmi continui di pali secanti con tecnologia CSP (Cased Secant Piles), con diametro di perforazione di 914 mm ad interasse 0.75 m, contrastati dal solettone in c.a. di base. Lo scavo sarà eseguito quindi con paratie a sbalzo. La lunghezza dei pali è di 8-10.50 m. All'interno delle paratie a partire dalla quota di fondo scavo è previsto un tampone realizzato con trattamento in jet-grouting, con funzione sia idraulica che statica, con uno spessore di 3.0 m.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 66 di 106



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 68 di 106



Lo scavo è eseguito in parte a cielo aperto (da piano campagna a quota intradosso solettone di copertura) e in parte sottocopertura (da intradosso solettone di copertura a estradosso solettone di base).

Lo scavo della parte superiore di altezza pari a circa 4 metri è eseguito come scavo di sbancamento parzialmente in acqua. Si evidenzia che a causa della presenza di edifici, piazzali portuali e comunque della presenza dell'esercizio portuale non può essere realizzato con scarpe laterali, ma deve necessariamente essere protetto da un paratia di pali.

Tale paratia, denominata "di primo salto" e necessaria per tutta la lunghezza del tratto portuale ad esclusione del solo primo tratto di 120 metri.

I pali di questa paratia sono posti, come mostrato in figura, esternamente ai pali che permettono il sostegno della copertura e la delimitazione della galleria ferroviaria.

Entrambi i pali sono del tipo CSP (cased secant pile) e hanno diametro di perforazione di 920 mm (di cui 914 mm netti escludendo lo spessore del tubo forma) e sono posti ad interasse di 0.75 m.

La lunghezza dei pali di primo salto è di 10.0 m, mentre la lunghezza dei pali definitivi della Galleria ferroviaria è di 15.0 m.

La sezione è completata dalla presenza di un tampone di fondo che parte da fondo scavo e si approfondisce per 6,50 metri.

Si fa notare che, la paratia di primo salto, oltre a consentire la "gestione separata" dei terreni "inquinati", permette di:

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 69 di 106

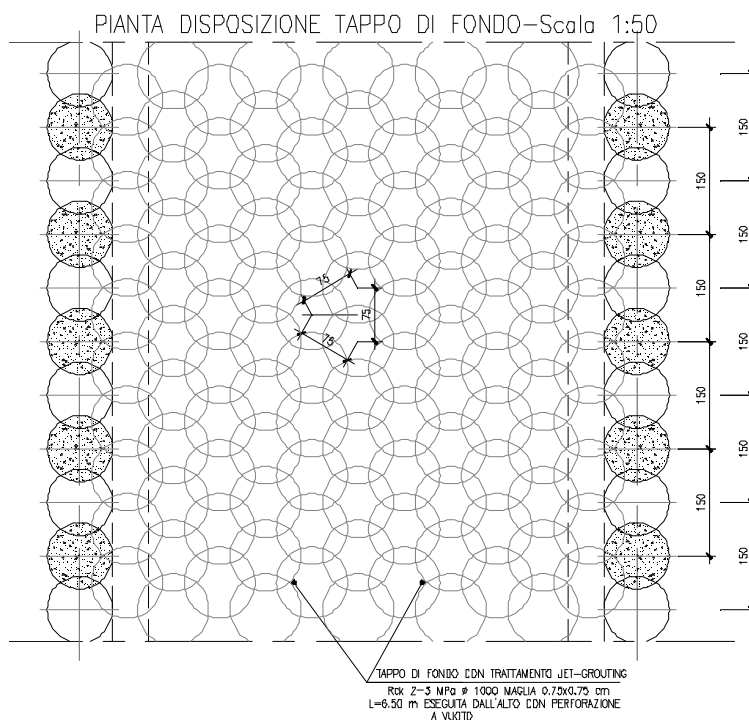
- sostenere lo scavo in presenza di falda ;
- realizzare uno schema statico efficiente e certo, del complesso paratie interne solettone di copertura;
- ridurre l'impegno statico dei pali interni, grazie al contributo offerto dai pali di primo salto nei riguardi delle spinte del terreno. Tale interazione è stata studiata ed analizzata nella specifica relazione "RS7201EZZCLGA000X001_A";
- ridurre i cedimenti al suolo e quindi ridurre gli eventuali danni agli edifici circostanti, durante le fasi di scavo, grazie anche al contributo offerto in termini di spinta passiva dai pali interni già realizzati;
- consente il libero deflusso della falda al di sopra del solettone, tra gli spazi lasciati liberi dai pali di primo salto (che al termine dell'esecuzione vanno demoliti dall'alto);
- consente che sottoservizi di futura realizzazione possano attraversare la nuova galleria, mediante semplice demolizione della paratia di primo salto senza intaccare le strutture definitive (pali interni, solettone e impermeabilizzazione);

La soluzione con "paratia di primo salto" è stata quindi prevista in tutti i casi in cui era presente la falda alta (mediamente 2 m. sotto il piano campagna), in prossimità degli edifici (edificio camera di commercio) e nell'attraversamento dei terreni fortemente spingenti (unità ALF), ovvero nel tratto tra le prog. Km. 3+923,77 e km. 4+540,32.

La presenza di una falda ad una quota media di circa 2.00m al disotto del piano campagna, lungo tutta via Crispi, ha reso necessaria l'adozione di un tappo di fondo, di altezza 6.50m, che, per le caratteristiche dei terreni attraversati, sarà realizzato tramite delle colonne consolidate, eseguite con tecniche di jet-grouting, $\Phi 1000$ con maglia triangolare di lato 0.75m, la cui efficacia andrà confermata con opportuno campo prova.

Di seguito si riporta lo schema in pianta del tappo di fondo:

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 70 di 106



Si fa notare che, il tampone interno oltre ad avere una finalità idraulica, fornisce un significativo miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni a fondo scavo (qualunque essi siano), riducendo drasticamente la deformabilità delle paratie. Gli spostamenti orizzontali delle stesse sono di pochi millimetri e gli effetti indotti a tergo sono praticamente nulli, tali aspetti sono approfonditi, e messi a confronto con quanto previsto nel progetto definitivo.

Il consolidamento interno alle paratie assolve quindi alla triplice funzione:

- controllo della filtrazione;
- rinforzo strutturale a fondo scavo;
- come conseguenza della 2, riduce gli spostamenti a tergo delle paratie.

Inoltre il jet interno, ha il vantaggio di essere confinato dalle paratie stesse per cui si evitano potenziali rischi di perdite di fluido nel caso di consolidamenti a campo libero.

9.5.4 Fermata Porto (GA12/FV02)

La zona in cui sorge la nuova fermata Porto si trova in area portuale adiacente al varco in asse al molo Santa Lucia, non è particolarmente edificata ma in adiacenza alla strada sono presenti i manufatti n.19,20,21,22 e il 116.

Solo il fabbricato 20 interferisce in maniera significativa e l'attuale posizione, leggermente rototraslata rispetto quella iniziale, consentendo di evitare la demolizione del fabbricato n.116.

Lo sbarco del nucleo di accesso è stato localizzato su via Crispi, in un'area adibita attualmente a parcheggio. Gli accessi alla fermata sono quindi immediatamente fruibili dalla Via Crispi; inoltre tramite dei

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 71 di 106

varchi appositamente realizzati si può accedere all'area del porto (tali varchi si potranno chiudere quando non si prevede flusso passeggeri dai moli).

Un altro accesso è su via Amari dove un percorso pedonale ed un sottopasso effettuano un collegamento che garantisce l'interscambio tra le utenze portuali e quelle della metropolitana.



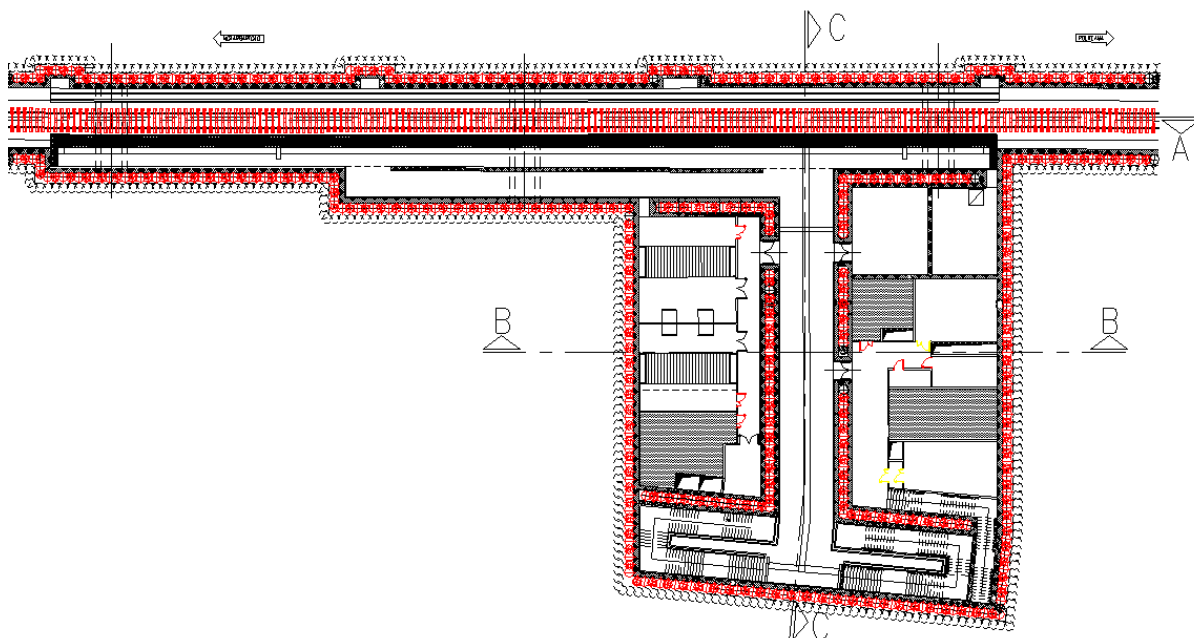
Ubicazione Planimetrica della fermata Porto con indicazione degli edifici limitrofi

La fermata è organizzata su due livelli: piano stradale e piano banchine. Il piano della banchina si approfondisce rispetto al piano stradale di 6,63 mt, il piano della banchina è un ' area di circa 1400 mq con forma trapezia affiancata al binario dispari della Metropolitana. L'affiancamento del marciapiede è di 60 mt mentre il lato del corpo fermata è di circa 35 mt e quelli opposti , ortogonali alla linea ferroviaria sono di 35 e 40 m.

Il perimetro della fermata esterno alla linea ferroviaria è delimitato da una doppia fila di pali CSP $\Phi 920$ mm la cui corona interna è lunga 16 mt mentre quella esterna è di 12 mt. All' interno della stessa impronta del piano della banchina è individuabile una interna , perimetrata internamente da una fila di pali di lunghezza 16 mt di diametro 920 mm.

Il lato corto parallelo al marciapiede di banchina ospita i vani scala di accesso alla fermata e il lato lungo è il corridoio che gli utenti devono percorrere per avvicinarsi al treno. I due spazi laterali che si vengono a creare ospitano i locali tecnici e sono messi in comunicazione con il resto del piano banchina con piccoli varchi controllati di cui 3 che accedono sul corridoio di passaggio e due (uno per parte, sul piano del marciapiede della banchina).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 72 di 106

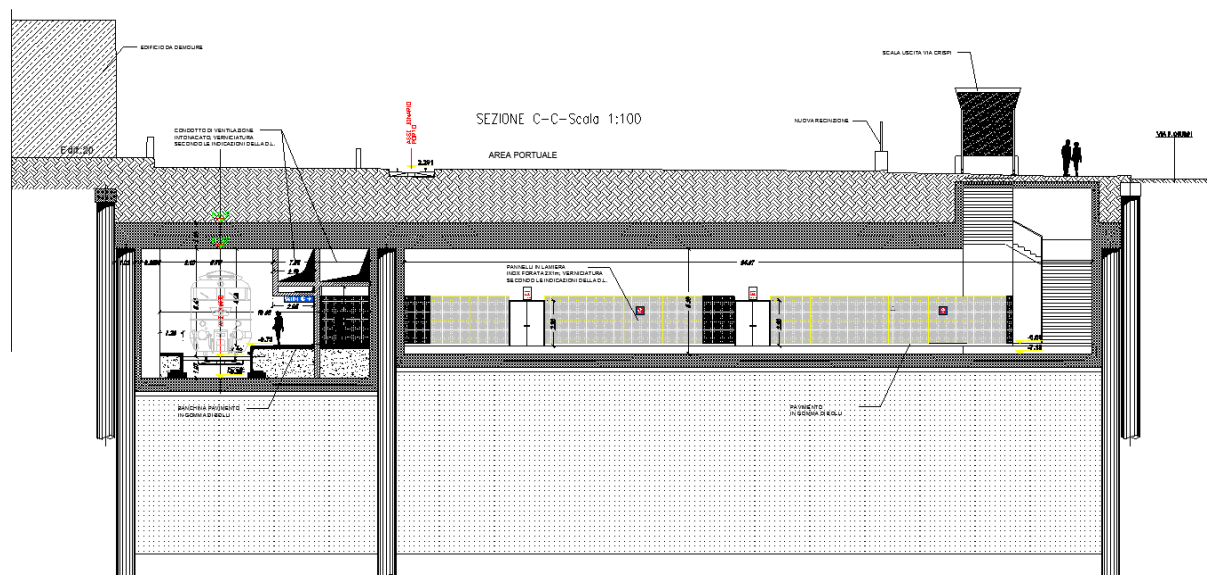


Planimetria a quota banchina della fermata

La quota di intradosso del solettone di copertura della banchina si trova a circa 4 mt di profondità rispetto al piano stradale realizzando al finito una altezza utile (distanza con la quota al finito della pavimentazione) di 4,90 mt che viene ridotta solo nel corridoio di passaggio degli utenti a 3.00 mt mediante un controsoffitto in gesso. Il vano ottenuto nel corridoio è fondamentale ai fini della sicurezza della fermata, in quanto, debitamente intonacato e verniciato, realizza il condotto di ventilazione di altezza pari a 2,40 mt.

Due condotti di aereazione vengono realizzati parallelamente ai binari sopra il marciapiede della banchina in adiacenza alla parete interna di altezza pari a 3 mt e di larghezza di 2,10 e 3 mt. E' prevista la realizzazione del tappo di fondo con le tecniche già descritte per la GA01.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 73 di 106



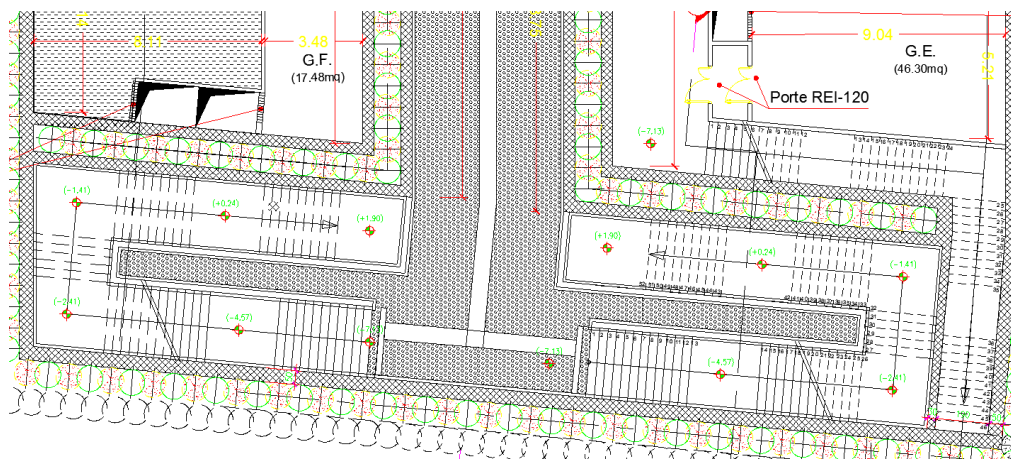
Sezione trasversale della fermata in corrispondenza di via Crispi

Il marciapiede della banchina per l'imbarco/sbarco dei passeggeri dai convogli è dimensionato per il numero di utenti che affollano la banchina ed costituito da due tratti: uno largo 3,20 mt per 60 mt di lunghezza in corrispondenza della fermata e l'altro e largo 1,80 mt per uno sviluppo di 30 mt. Sul piano stradale di via Crispi sono stati ubicati i nuclei di accesso verticale, caratterizzati dai volumi delle due scale fisse speculari e , e dallo sbarco dell' uscita di sicurezza; sul piano stradale, all'interno dell'area portuale, sono presenti le griglie dell'impianto di ventilazione/estrazione fumi.

Il nucleo di accesso ubicato a piano strada si compone di due scale fisse di larghezza 2,4 m. e di una scala a servizio dei locali tecnici. Al centro tra le scale simmetriche è ubicato l'ascensore per le utenze deboli. Gli accessi sono protetti da una pensilina di copertura in vetro e metallo per garantire la protezione dagli agenti atmosferici e consentire la chiusura della stazione. Le scale esterne per gli utenti sono poste in maniera speculare rispetto al corridoio centrale interno sono suddivise in tre rampe , formando in pianta in pianta è una C. Le alzate sono 16,55 cm per un totale complessivo di 52.

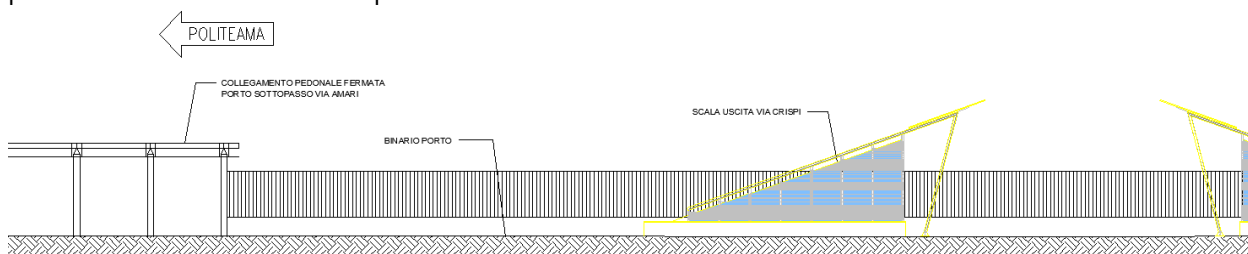
La scala di accesso ai locali tecnici è stata inserita nell' angolo destro e si compone di due rampe con 46 alzate in totale.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 74 di 106



Dettaglio delle scale di accesso

Le scale sono dimensionate e posizionate in modo da avere un sufficiente numero di moduli per evacuare le persone dalla banchina e in modo da avere dei percorsi di fuga di lunghezza non superiore a 50 m. A piano strada sono posizionate le griglie di espulsione dell'aria dell'impianto di ventilazione/estrazione fumi e degli altri locali tecnici; le griglie sono state collocate in modo tale da non interferire con il binario di superficie a servizio dell'area portuale. E' previsto che l'accesso alla fermata possa essere interdetto nelle ore notturne, durante il periodo di sospensione del servizio, attraverso un cancello metallico a due ante posto all'imbocco del volume di copertura del vano scala.



Percorso pedonale

Al fine di favorire l'interscambio passeggeri tra le due modalità di trasporto è prevista la realizzazione di un percorso pedonale che collega l'ingresso alla fermata fino all'entrata principale del Porto (in asse con Via Amari). Da quest'entrata si prevede inoltre la realizzazione di un collegamento pedonale all'area urbana di via Amari, mediante un sottopasso sotto via Crispi servito da scala fissa e ascensore. Il percorso è stato corredato da una pensilina in modo da proseguire idealmente la via di accesso alla fermata innestandosi poi in un apposito sottopasso.

9.5.5 Galleria Artificiale Crispi/Amari a singolo binario (GA02)

Il tratto di galleria inserito tra il km 4+550 circa ed il km 5+000, si sviluppa per circa 450 m in pieno contesto urbano inserendosi planimetricamente lungo l'attuale via Amari, ai lati della galleria, sono presenti numerosi edifici e pertinenze che rendono necessaria l'adozione di un sistema costruttivo che riduca al minimo le interferenze con le preesistenze in termini cedimenti indotti agli edifici e distorsioni al piano campagna, inoltre è necessario preventivamente, spostare tutti i sottoservizi interferenti.

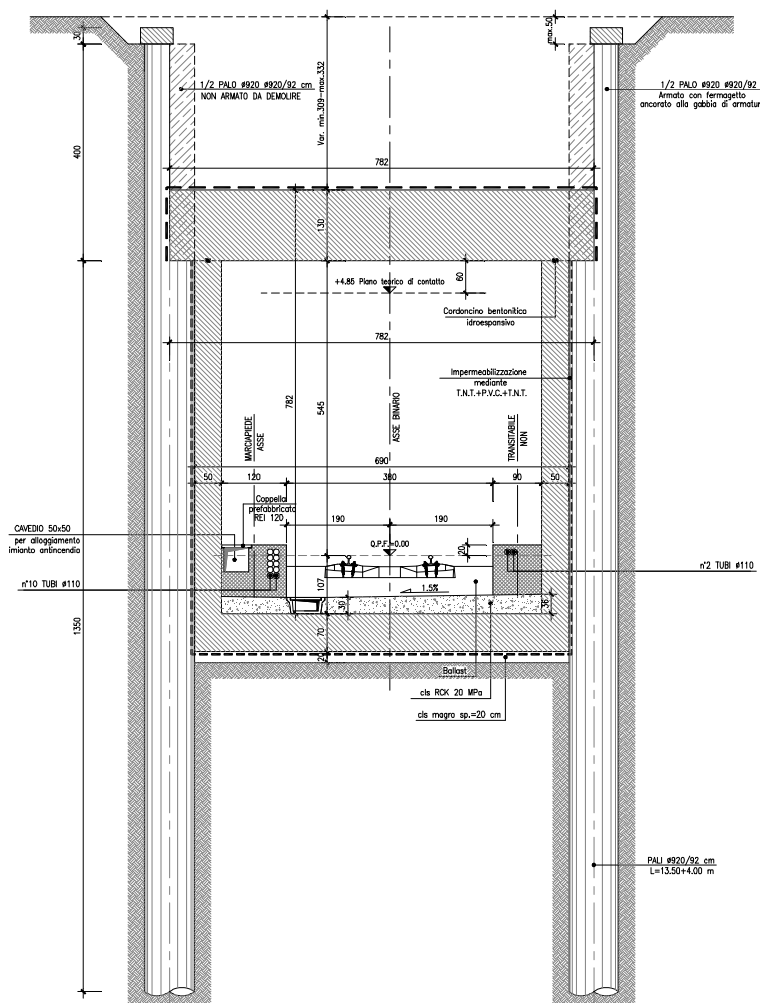
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 75 di 106

Tali elementi hanno indotto all'adozione di un sistema costruttivo che consente di limitare al minimo gli scavi, sfruttando le paratie laterali sia come opere di sostegno dello scavo che come appoggio del solettone di copertura.

I pali saranno realizzati a partire da un piano di lavoro, posto a circa 50cm al di sotto dell'attuale p.c. ed il solettone di copertura sarà appoggiato su una apposita sagomatura della paratia di pali CSP in caso di presenza di acqua (fino alla prog.4+650 circa e pali accostati dalla prog.4+650 circa a 5+000. Tale soluzione consente di sostenere uno scavo a sbalzo fino a 4.00 m da p.c. e di posizionare il solettone di copertura con asse fino a 3.50 m di profondità.

La realizzazione di tale tratto di galleria viene effettuata con il sistema cut & cover eseguendo, nella fase iniziale, le due palificate laterali e, successivamente, la copertura superiore della sezione della galleria prevista con solettone in c.a. gettato in opera di spessore 1.00-1.20m. Successivamente viene eseguito lo scavo al di sotto della copertura e si procede al getto della platea di base e delle pareti laterali della galleria.

Lo schema della sezione strutturale è riportato nella figura seguente.

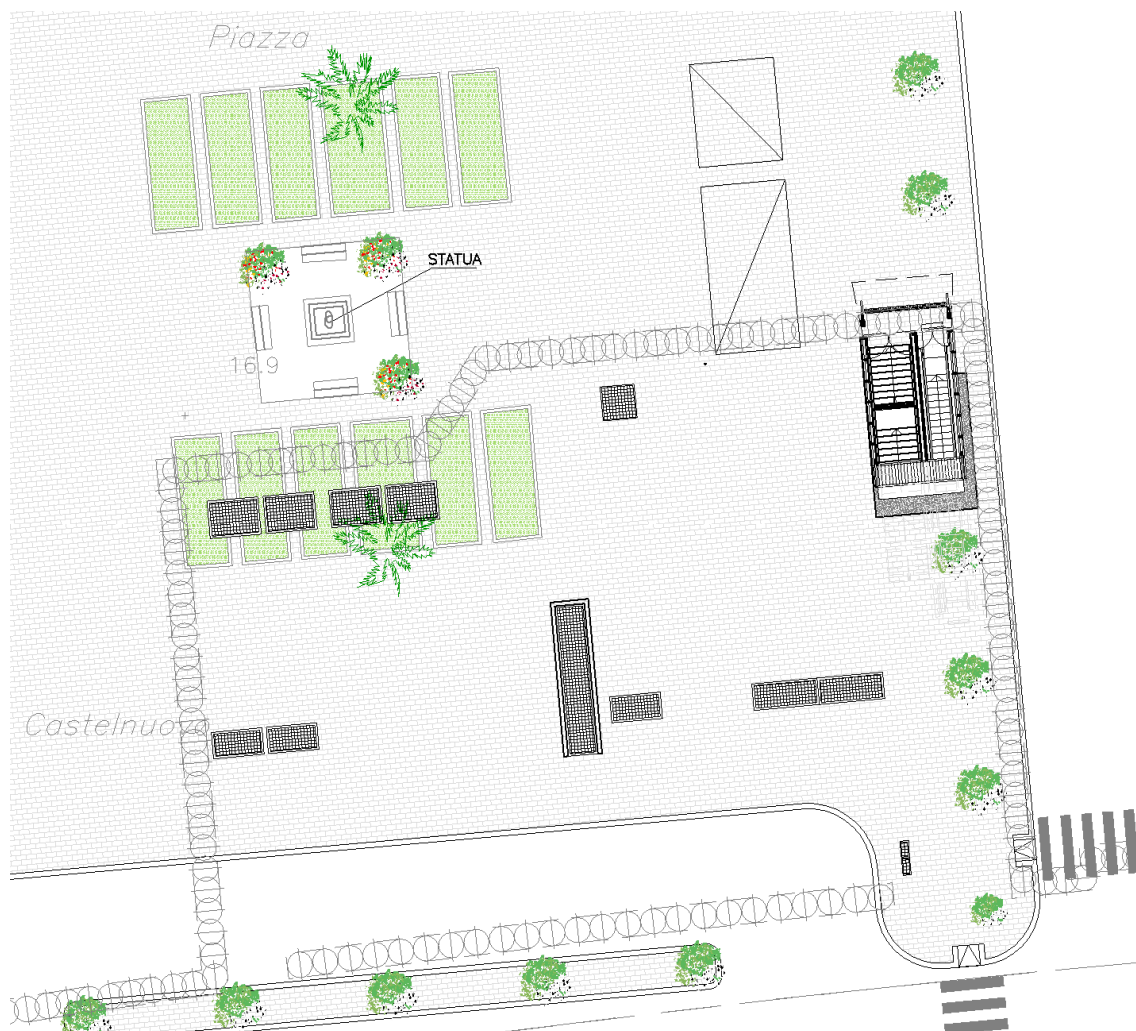


APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A. 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 76 di 106

Per quanto concerne il consolidamento del fondo scavo, dove sono presenti Flysh Numidici, non sono previsti consolidamenti, mentre nei tratti di attraversamento di consistenti banchi di quarzarenite che si presentano fratturati, il consolidamento è previsto tramite iniezioni di malta.

La soluzione proposta consente di eliminare, le opere di presidio degli edifici, previsti nel P.D. tramite iniezioni cementizie e paratie di micropali, minimizzando rischi e disturbi ai fabbricati adiacenti, con particolare riguardo alle fasi di realizzazione. L'eliminazione delle opere di presidio laterali, costituisce un vantaggio notevole anche in termini di impatto ambientale su via Amari e permette una migliore gestione delle fasi di cantierizzazione e degli spostamenti dei sopra/sottoservizi, consentendo di effettuare la maggior parte degli spostamenti già in sede definitiva come mostrato nella figura seguente.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 78 di 106

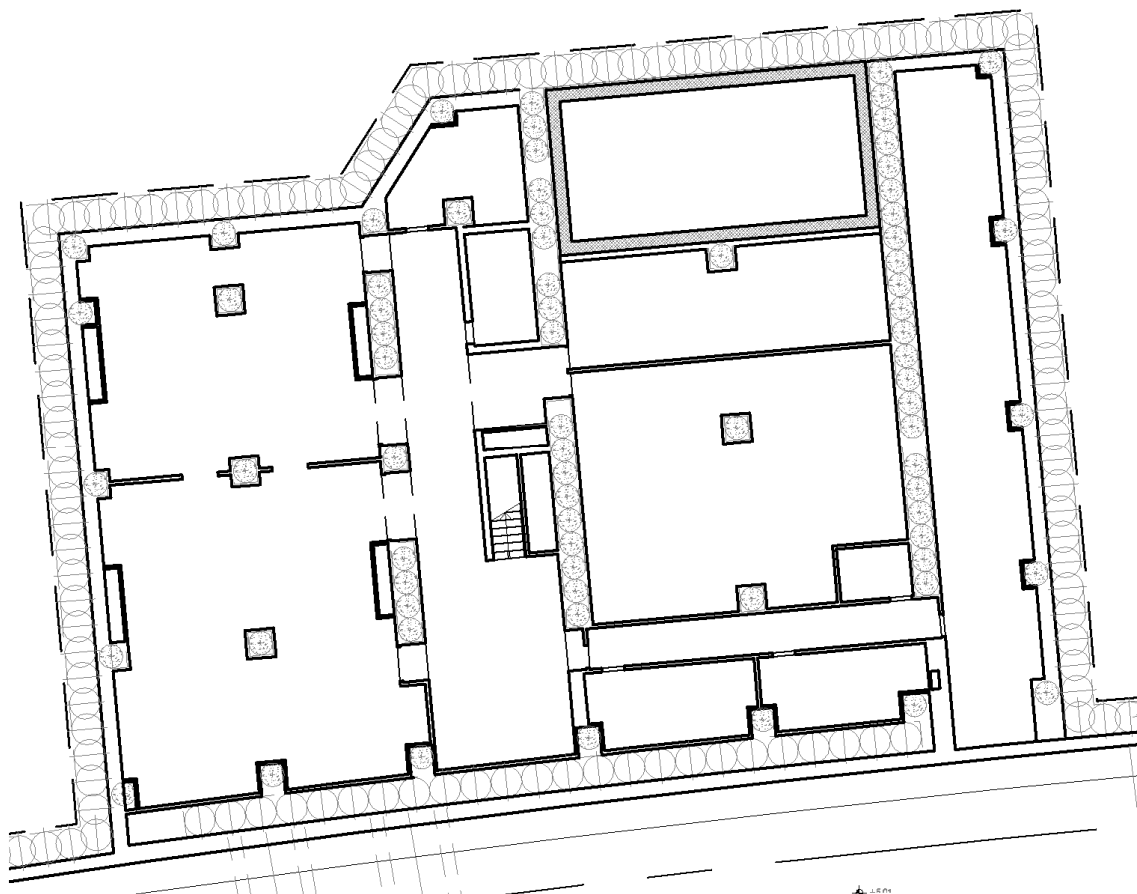


Vista di insieme della piazza Castelnuovo, con ubicazione dei locali tecnici.

La struttura è circondata da un'opera di sostegno degli scavi costituita da una paratia di pali e definita, nel suo aspetto esterno, mediante rivestimento. Inoltre, si prevede di realizzare n.ro 3 scale, di cui due d'accesso ed una per i locali tecnici, ed un vano ascensore.

L'opera in oggetto è costituita da una struttura intelaiata in calcestruzzo armato gettato in opera. Planimetricamente la struttura è inscritta in un rettangolo di lati di circa 36.00×25.50 m, con il lato inferiore inclinato di circa 1.5° rispetto alla direzione principale ed una risega lungo il lato superiore. La rampa di collegamento, fruibile dall'utenza, tra il piano copertura e il piano mezzanino è ubicata nel lato destro della struttura, mentre nella zona centrale è presente il corpo scala per l'accesso ai locali tecnici. Il primo collegamento è realizzato attraverso una scala a rampa fissa ed una scala a rampa mobile.

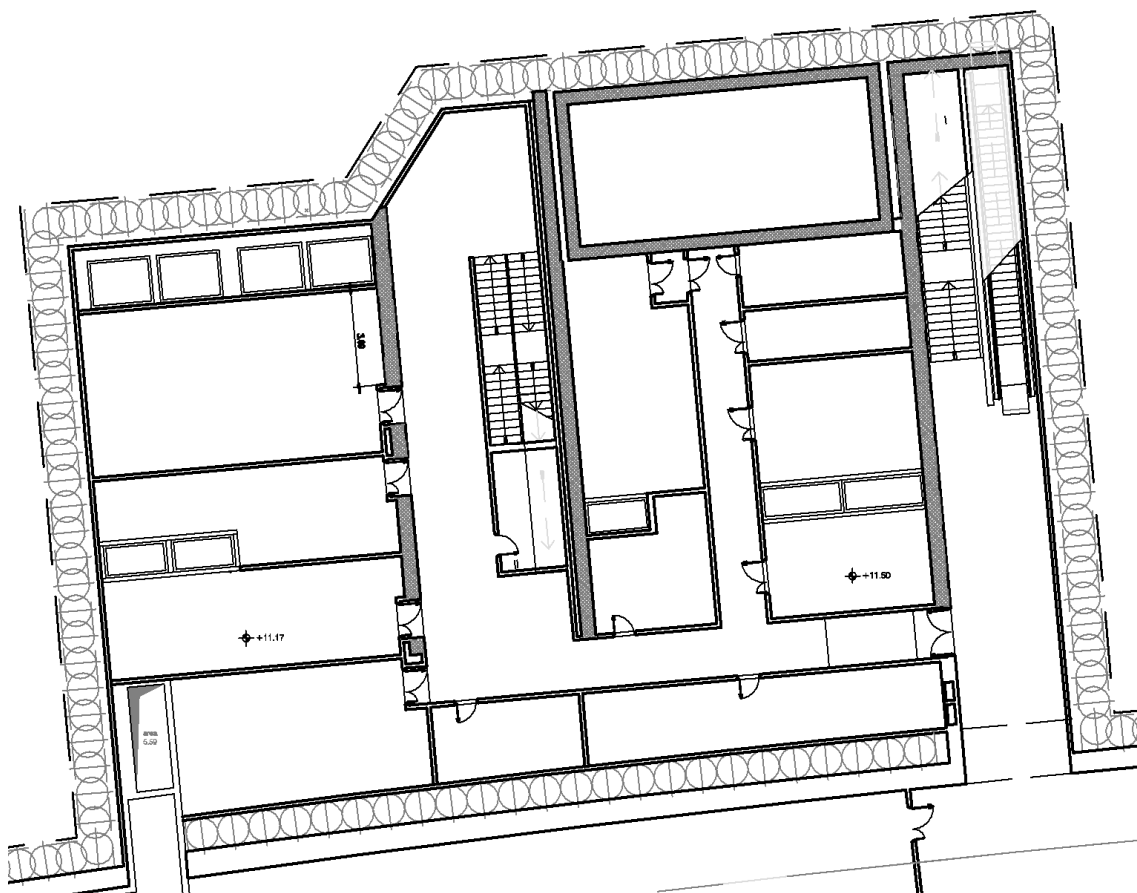
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 79 di 106



Planimetria generale in corrispondenza del piano banchina.

Altimetricamente la struttura consiste in due piani interrati, con interpiano strutturale di 6.10 m tra la fondazione e il piano mezzanino e 4.60 m tra il mezzanino e il solaio di copertura. La fondazione prevista è del tipo indiretto, con pali di fondazione che fungono da pilastri circolari per il mezzanino. È inoltre presente una soletta di fondazione di spessore 1.00 m, con quota intradosso assoluta di +3,67 m, oltre lo spessore del magrone pari a 10 cm.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 80 di 106



Planimetria generale in corrispondenza del piano mezzanino

La struttura consiste in pilastri di forma circolare, con diametro pari a 920 mm, sui quali è poggiato il piano mezzanino; da quest'ultimo si elevano delle pareti in calcestruzzo armato sui quali poggia il solaio di copertura.

Le travi, anche queste gettate in opera, sono di forma rettangolare con altezza pari a 70 cm.

I solai sono interamente gettati in opera, con sistema strutturale a piastra, di spessore pari a 30 cm per quello di mezzanino e pari a 120 cm per quello di copertura.

Le scale, anche queste gettate in opera, sono realizzate tramite dei setti in c.a. dello spessore di 30 cm sui quali vengono trasmesse le sollecitazioni derivanti sia dai pianerottoli che dalle rampe delle scale.

Anche il vano dell'ascensore sarà gettato in opera e sarà realizzato tramite dei setti verticali dello spessore di 30 cm.

A protezione dell'accesso dell'utenza è prevista la realizzazione di una pensilina in acciaio, oggetto di una relazione di calcolo specifica.

Tutte le strutture, ossia pilastri, travi e solai, possiedono adeguati copriferri in relazione alla normativa antincendio e al grado di resistenza REI richiesta: la tipologia deve essere non inferiore a REI 120.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 81 di 106

9.6 ARMAMENTO

9.6.1 Rotaie

Le rotaie saranno del profilo 60 E1 Fiche UIC 861.0, con massa lineica 60 Kg/m, in acciaio 900A Fiche UIC 860.0.

Le rotaie dei binari di corsa, ove possibile, saranno unite in una lunga barra continua, saldando in opera con saldatura alluminotermica PRA, elementi della lunghezza di 36 m.

9.6.2 Traverse

Nei tratti di linea in rettilineo e nelle curve di raggio maggiore di 275m, si utilizzeranno traverse in cemento armato precompresso del tipo RFI 240 V e , costituite da manufatti monoblocco in cap di lunghezza pari a 2.40 m e di peso superiore a 300 Kg, prodotti in serie in stabilimenti specializzati con materiali controllati.

Nei tratti di linea con curve di raggio inferiore a 275 m e più precisamente per la curva C3 (R=165.10m), è previsto l'impiego di traverse in cemento armato del tipo RFI 240 V 45-65 in luogo di quelle di legno da 2,30 m previste nel progetto definitivo, sulle quali verrà realizzato l'allargamento di scartamento come previsto dalla Circolare L.4213-338-65-123081 del 25 ottobre 1986 ed in conformità alla RFI TC AR ST AR 01 001 B "Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h" del 21 aprile 2004.

Si ritiene giustificato l'impiego di tali traverse, che prevedono l'impiego di attacco Vossloh W14-92-10 per armamento 60 E1, complessivamente nei tratti in retta ed in curva per omogeneizzare sul nuovo tratto le caratteristiche del telaio del binario condizionato dalla presenza di una curva con raggio di ml 165.10 che necessita di realizzare un allargamento di scartamento a mm 1460.

Il sistema di attacco Vossloh è omologato con Disposizione della Direzione Tecnica di RFI n° 710 del 21/11/2007 che prescrive per l' impiego di tale tipo di prodotto sia rispettata la Specifica Tecnica di Fornitura ST04 "Sistema Elastico di Fissaggio tipo W14-92-10" per la regolazione dello scartamento 1435 mm – 1465 mm su traversa Universale", indice di revisione 1 del 28/05/2007 e le Specifiche Tecniche di Fornitura Vossloh ST 01 revisione 02 del 05/03/2007.

Le traverse saranno posate con modulo pari a 60 cm.

9.6.3 Organi d'attacco

Saranno impiegati organi d'attacco di I e II livello omologati da RFI per linee tradizionali come sopra specificato.

9.6.4 Ballast

La massicciata sarà costituita da pietrisco tenace di 1a categoria avente per geometria della sezione quella prevista dalle sezioni tipo del binario.

Il pietrisco avrà, per il binario corrente, uno spessore minimo di 0,35 m sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa, spessore minimo inteso come distanza tra piano inferiore della traversa, in corrispondenza della rotaia più vicina al piano di regolamento, ed il piano di regolamento stesso.

La distanza testa traversa – muro verticale del camminamento non dovrà essere inferiore a 70 cm.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 82 di 106

Tali valori sono comprensivi dello spessore degli eventuali materiali antivibranti stesi su piattaforma ferroviaria.

9.6.5 Scambi

Le tipologie scambi da prevedere sono:

S60UNI/400/0,074	a punta fissa; per deviate a 60 km/h.
------------------	---------------------------------------

Per tutti i dispositivi citati, – ove non diversamente specificato – è prevista la posa su c.a.p.

9.6.6 Giunzioni

Le giunzioni isolanti incollate saranno del tipo 60 UNI da 6.00m per tratte in retta o in curva con raggio inferiore o superiore a 1000m.

9.6.7 Apparecchi di fine corsa

In testa ai binari tronchi di stazionamento della Stazione Politeama, termine del 1° lotto funzionale, dovranno essere montati due apparecchi di fine corsa con caratteristiche di assorbimento di energia, conformi alla specifica tecnica di fornitura "Paraurti ad azione frenante" DI TCAR SF AR 01 001 A del 8 luglio 1999.

Tali paraurti dovranno essere del tipo "1", ovvero essere in grado di arrestare convogli di massa massima di 650 ton, alla velocità di 15 km/h in uno spazio massimo di 10 m con decelerazione massima del convoglio di 2 m/s².

I paraurti ad azione frenante dovranno essere omologati da RFI – Direzione Tecnica.

9.7 IMPIANTI

9.7.1 Impianti Fermata Libertà (FV01)

L'impianto di ventilazione e di estrazione del fumo e del calore della stazione Libertà è previsto per:

- garantire un'efficace ventilazione lungo la banchina e nella stazione in genere (funzionamento normale);
- evacuare all'esterno della stazione il fumo ed il calore prodotti da un incendio (funzionamento in emergenza).

Il sistema di ventilazione consiste nei ventilatori di estrazione con le relative condotte; l'aria estratta proviene dalle gallerie e dalle altre aperture della stazione.

Le condotte di estrazione sono previste sopra la banchina e sono realizzate in muratura. I ventilatori sono assiali. I motori dei ventilatori sono alimentati tramite convertitori statici di frequenza.

Per il controllo dell'impianto è installato un sistema organizzato con una unità periferica dotata di microprocessore che opera per controllo digitale diretto.

Gli impianti di condizionamento e ventilazione previsti sono i seguenti:

Impianto di raffrescamento per i seguenti locali:

- locale UPS (piano mezzanino);
- sala Elettronica (piano mezzanino);

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 83 di 106

I locali suddetti sono raffrescati da condizionatori locali, con batteria ad acqua refrigerata. Per ogni locale è previsto che una unità sia di riserva.

L'acqua refrigerata necessaria per alimentare l'impianto di cui in a) è prodotta da due gruppi refrigeratori d'acqua del tipo per installazione in ambienti chiusi (con ventilatori centrifughi ed espulsione canalizzata), installati in un locale dedicato ubicato al piano mezzanino. Uno dei due gruppi frigoriferi è di riserva.

Impianti di ventilazione per i seguenti locali:

- Cabina MT/BT (piano mezzanino);
- Locale gruppo elettronico (piano mezzanino);
- Centrale di Pompaggio (piano banchina);

Per il controllo degli impianti è previsto un sistema basato su una unità periferica dotata di microprocessore, che opera per controllo digitale diretto.

9.7.2 Impianti Fermata Porto (FV02)

L'impianto di ventilazione e di estrazione del fumo e del calore della stazione sarà costituito da quanto segue:

- Condotte in cemento armato, ubicate sopra la banchina, portanti le griglie di estrazione. Le condotte si sviluppano per l'intera lunghezza della banchina; A queste condotte sono collegate N° 34 griglie per l'estrazione dell'aria realizzate con telaio in lamiera spessore 3 mm e rete a maglia quadra 30x30 mm. , di dimensioni 1.200 x 600 mm. , poste a 4,5 m. di altezza sopra il piano della banchina. Le griglie sono complete di serranda di taratura.
- Una cabina di ventilazione ubicata a livello banchina. Nella cabina sono installati due ventilatori assiali funzionanti in estrazione. Uno dei due ventilatori è in funzione, e l'altro è di riserva. La cabina di ventilazione è a sua volta suddivisa in una camera di aspirazione ed in una camera di espulsione. Le due camere sono separate da un setto in cemento armato al quale sono connesse le bocche di mandata dei due ventilatori.

Nella camera di aspirazione (nella quale confluisce la condotta di estrazione) sono installati:

- i due ventilatori di estrazione (VENTA);
- il silenziatore a setti fonoassorbenti che separa la zona in cui sono installati i ventilatori dalla zona in cui sbocca la condotta di estrazione dalle banchine.

Nella camera di espulsione, che comunica con l'ambiente esterno tramite una griglia, è installato il silenziatore a setti fonoassorbenti che separa la zona di calma (cioè il volume in cui immette l'aria il ventilatore attivo) dalla zona in cui si apre la griglia di espulsione verso l'esterno.

I motori dei ventilatori sono alimentati tramite convertitori di frequenza e possono quindi operare a numero di giri e portata variabile. I cuscinetti dei motori dei ventilatori sono controllati da trasduttori di vibrazioni con segnalazione di uno o più livelli di allarme.

Gli impianti di condizionamento e ventilazione previsti sono i seguenti:

- Impianto di raffrescamento per i seguenti locali:
- locale UPS (piano mezzanino);
- sala Elettronica (piano mezzanino);

I locali suddetti sono raffrescati da condizionatori locali, con batteria ad acqua refrigerata. Per ogni locale è previsto che una unità sia di riserva.

L'acqua refrigerata necessaria per alimentare l'impianto di cui in a) è prodotta da due gruppi refrigeratori d'acqua del tipo per installazione in ambienti chiusi (con ventilatori centrifughi ed espulsione canalizzata), installati in un locale dedicato ubicato al piano mezzanino. Uno dei due gruppi frigoriferi è di riserva.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 84 di 106

Impianti di ventilazione per i seguenti locali:

- Cabina MT/BT (piano mezzanino);
- Locale gruppo elettronico (piano mezzanino);
- Centrale di Pompaggio (piano banchina);

Per il controllo degli impianti è previsto un sistema basato su una unità periferica dotata di microprocessore, che opera per controllo digitale diretto.

9.7.3 Impianti Stazione Politeama(FV03)

L'impianto di ventilazione e di estrazione del fumo e del calore della stazione sarà costituito da quanto segue:

- a. N° 2 condotte in cemento armato (una per ogni banchina), ubicate sopra le banchine stesse. Le condotte si sviluppano per l'intera lunghezza della banchina; A queste condotte sono collegate N° 66 griglie per l'estrazione dell'aria (N° 33 per ogni banchina) realizzate con telaio in lamiera spessore 3 mm e rete a maglia quadra 30x30 mm. , di dimensioni 1.200 x 600 mm. , poste a circa 4,3 m. di altezza sopra il piano della banchina. Le griglie sono complete di serranda di taratura. Per ognuna delle due condotte vi sono due serrande di intercettazione servo comandate (SRI-02 A/B/C/D); a valle delle serrande le due condotte si riuniscono in una unica condotta, che fa capo alla cabina di ventilazione.
- b. Una cabina di ventilazione ubicata a livello mezzanino. Nella cabina sono installati due ventilatori assiali funzionanti in estrazione. Uno dei due ventilatori è in funzione, e l'altro è di riserva.

La cabina di ventilazione è a sua volta suddivisa in una camera di aspirazione ed in una camera di espulsione. Le due camere sono separate da un setto in cemento armato al quale sono connesse le bocche di mandata dei due ventilatori.

Nella camera di aspirazione (nella quale confluisce la condotta di estrazione) sono installati:

- i due ventilatori di estrazione (VENTA), con le relative serrande di intercettazione servocomandate;
- il silenziatore a setti fonoassorbenti che separa la zona in cui sono installati i ventilatori dalla zona in cui sbocca la condotta di estrazione dalle banchine.

Nella camera di espulsione, che comunica con l'ambiente esterno tramite una griglia, è installato il silenziatore a setti fonoassorbenti che separa la zona di calma (cioè il volume in cui immette l'aria il ventilatore attivo) dalla zona in cui si apre la griglia di espulsione verso l'esterno.

I motori dei ventilatori sono alimentati tramite convertitori di frequenza e possono quindi operare a numero di giri e portata variabile. I cuscinetti dei motori dei ventilatori saranno controllati da trasduttori di vibrazioni con segnalazione di uno o più livelli di allarme.

Gli impianti di condizionamento e ventilazione previsti sono i seguenti:

- Impianto di raffrescamento per i seguenti locali:
 - locale UPS (piano mezzanino);
 - sala Elettronica (piano mezzanino);
 - locale Security (piano mezzanino);
 - sala Relè (piano banchina);
 - locale Dirigente Movimento (piano banchina)

I locali suddetti saranno raffrescati da condizionatori locali, con batteria ad acqua refrigerata. Per ogni locale è previsto che una unità sia di riserva.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 85 di 106

L'acqua refrigerata necessaria per alimentare l'impianto di cui in a) sarà prodotta da due gruppi refrigeratori d'acqua del tipo per installazione in ambienti chiusi (con ventilatori centrifughi ed espulsione canalizzata), installati in un locale dedicato ubicato al piano mezzanino. Uno dei due gruppi frigoriferi sarà di riserva.

- Impianti di ventilazione per i seguenti locali:
 - Cabina MT/BT (piano mezzanino);
 - Locale gruppo elettronico (piano mezzanino);
 - Centrale di Pompaggio (piano banchina);
 - Locale tecnico adiacente al locale Dirigente Movimento (piano banchina)
 - Locale Dirigente movimento e servizio igienico adiacente

Per il controllo degli impianti è previsto un sistema basato su una unità periferica dotata di microprocessore, che opera per controllo digitale diretto.

9.7.4 Impianto di sicurezza e segnalamento

La nuova Specifica Tecnica di Fornitura IS 732 Rev. C emanata dalla Direzione Tecnica di RFI in data 26/05/2007 prevede che gli impianti IS debbano essere alimentati tramite un Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione (SIAP) che a sua volta prevede diverse architetture in dipendenza dell'importanza della linea, ai sensi di quanto previsto nella circolare R/9903787/P del 23/02/99 "Indicatori di puntualità e affidabilità".

La linea in oggetto si ritiene possa essere inserita tra quelle del gruppo C.

Per le linee in gruppo C la norma prevede un sistema una centralina e una batteria di accumulatori, oltre a tutti gli altri elementi e precisamente:

- Ramo corrente alternata:
 - sezione raddrizzatore;
 - sezione inverter; □
 - interruttore statico.
- Ramo c.a. emergenza:
 - trasformatore di separazione galvanica;
 - sezione stabilizzatore;
 - interruttore statico.
- Ramo corrente continua.
- N. 2 Batterie di accumulatori.
- Sezione rifasamento.
- Quadro gestore:
 - organi di sezionamento e protezione;
 - diagnostica di sistema.
- Gruppo elettrogeno:
 - motore diesel;
 - alternatore;
 - quadro logica GE;
 - quadro di commutazione RETE/GE.

In presenza della tensione di rete, il raddrizzatore mantiene in carica la batteria ed alimenta l' inverter. In

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 86 di 106

presenza di carico regolare, l' inverter lo alimenta con continuità. Qualora la tensione di rete venga a mancare, l' inverter continua ad alimentare il carico per tutta la durata dell'autonomia della batteria (l' autonomia standard di ciascuna batteria è di trenta minuti). In assenza rete, o con rete fuori regolarità, si avvia automaticamente il gruppo elettrogeno, portandosi a regime nell' arco di pochi secondi, e alimenta il sistema fino a che la rete non ritorni idonea, in modo da preservare l' autonomia della batteria. La logica del sistema integrato permette l' alimentazione del carico in via preferenziale da uno dei rami raddrizzatore/inverter e, solo se non sono idonei, tramite il ramo di emergenza trasformatore/stabilizzatore (naturalmente, la commutazione avverrà senza soluzione di continuità).

In applicazione della circolare RFI/TC.SS/009/523 del 11/12/02 sulla protezione contro le sovratensioni dell'alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento, l' alimentazione delle utenze a 144 Vcc è possibile solo tramite il ramo corrente continua. Esso è costituito da due gruppi trasformatore-ponti a diodi di reciproca riserva.

Il sistema integrato realizza al suo interno la prescritta separazione elettrica dalla rete.

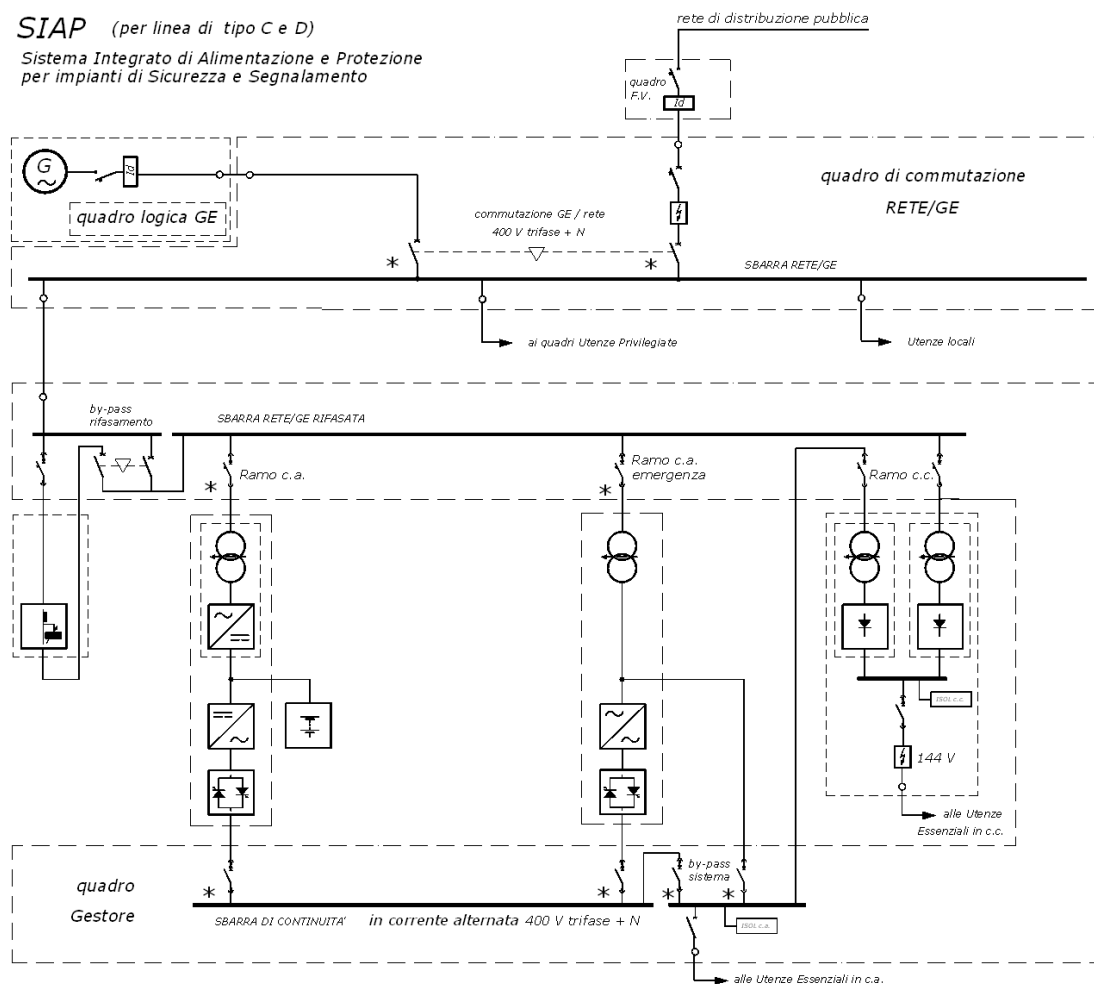
Per l'alimentazione delle utenze locali e privilegiate bisogna attenersi alla su menzionata circolare sulla protezione contro le sovratensioni. Il by-pass del sistema integrato per l' alimentazione delle utenze essenziali è possibile solo tramite il trasformatore di separazione del ramo di emergenza stabilizzata, in modo da non alterare il sistema elettrico di distribuzione in uscita del SIAP (Sistema IT, che al primo guasto evolve in un sistema TN). Sulla sbarra di continuità in c.a. e sull'uscita in c.c. sono installati i prescritti indicatori di isolamento.

La figura seguente riporta lo schema a blocchi del SIAP di tipo C

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 87 di 106

SIAP (per linea di tipo C e D)

Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione per impianti di Sicurezza e Segnalamento



[* interruttori motorizzati]

9.7.5 Impianti Security

L'impianto antintrusione e controllo accessi sarà previsto a protezione dei seguenti ambienti:

- Locale pompe
- Locale quadri elettrici
- Locale gruppo elettrogeno
- Locale TLC
- Locale Cabina MT/BT
- Locale Sala Elettronica
- CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

L'impianto antintrusione e controllo accessi sarà gestito da una centrale intelligente a microprocessore in grado di assolvere tutte le funzioni di controllo. La centrale sarà ubicata nel locale comando e controllo. Dalla centrale dipartirà una rete bus collegata alle schede di interfaccia periferiche ed ai sistemi di

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 88 di 106

controllo accessi disposti localmente. Da questi sarà realizzata la derivazione e lo smistamento ai componenti di sicurezza terminali. La centrale sarà in grado di riconoscere ciascun terminale e gestire il segnale di allarme e/o controllo, attivando i relativi componenti locali di segnalazione, comando e collegamento via modem ad altri centri di controllo remoto.

In generale l'impianto sarà costituito con la seguente filosofia:

- centrale di controllo costituita da una unità a microprocessore per la gestione della rete, collegata direttamente con rete bus alle schede di interfaccia periferiche ed ai lettori controllo accessi con possibilità di attivazione dei componenti antintrusione della zona relativa;
- modulo di interfaccia tra i terminali locali e la centrale, costituito da contenitore in esecuzione da esterno con le schede di interfaccia periferiche per la gestione dei segnali di ingresso ed uscita antintrusione;
- modulo di campo con uscite relè per il collegamento alle unità locali di controllo accessi, costituito da contenitore in esecuzione da esterno dotato di 4 uscite relè;
- impianto antintrusione interno a ciascun locale protetto costituito da contatti magnetici posti sugli infissi delle porte, rivelatori acustici di rottura vetro vicino alle finestre e sensori volumetrici in ambiente;
- segnalazione ottica/acustica di allarme in caso di intrusione, manomissione dei componenti e/o dell'impianto di distribuzione tramite sirena autoalimentata;
- controllo dell'accesso ai vari locali protetti tramite lettore di tessera di prossimità + tastiera ubicato fuori dell'ingresso; l'abilitazione sarà riconosciuta da un'unità di controllo locale in grado di gestire fino a 2 lettori e collegata a sua volta al modulo di campo per colloquiare con la centrale principale che comanderà la disattivazione automatica dei sistemi di controllo interni a quel locale;
- possibilità di attivazione/disattivazione dei componenti antintrusione, per determinate zone, agendo su un terminale di gestione del sistema antintrusione posto nel locale comando e controllo.
- Invio di segnalazioni in remoto su rete TCP/IP.

9.7.6 Impianti L.F.M.

La progettazione è stata realizzata considerando sia l'esigenza di continuità dell'esercizio degli impianti alimentati, sia l'affidabilità degli impianti stessi.

Le caratteristiche base a cui risponde l'impostazione progettuale sono in ordine di importanza:

- sicurezza per le persone e le installazioni;
- disponibilità ed affidabilità impiantistiche;
- semplicità di esercizio e facilità di manutenzione.

La progettazione è stata integrata con il progetto architettonico delle opere civili più significative e cioè si è tenuto conto della disposizione del ferro, delle caratteristiche dei fabbricati, dei marciapiedi e della viabilità. Per la progettazione il punto di partenza è stato l'analisi (ubicazione, potenza, specifiche esigenze ecc.) dei carichi; una volta individuati i principali fattori dal punto di vista impiantistico, la progettazione è stata sviluppata secondo le seguenti fasi:

- la definizione dello schema elettrico del quadro principale di potenza BT;
- il dimensionamento dei componenti;
- il coordinamento della protezione e la selettività di intervento, in modo da assicurare, oltre alla protezione delle persone e degli impianti, un'adeguata continuità di servizio;
- un corretto dimensionamento dell'impianto di terra.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 89 di 106

L'alimentazione delle Stazioni/Fermate verrà effettuata in MT attraverso linee elettriche trifase con neutro non distribuito e tensione nominale $V_n = 20\text{kV}$ che si attesteranno alla cabina elettrica MT/bt.

Le tensioni lato BT sono quelle unificate: 230 V per i circuiti monofase e 400 V per quelli trifase. Esse sono ottenute attraverso dei gruppi di trasformazione 20/0,4 kV di potenza adeguata al soddisfacimento delle specifiche esigenze di ciascuna stazione; tale potenza è riportata sugli schemi elettrici unifilari.

La definizione della tensione di alimentazione più adeguata per ogni singola utenza dipende fondamentalmente dalla potenza assorbita ma anche dalla distanza dalla sorgente di alimentazione.

La distribuzione in bassa tensione sarà del tipo TN-S. Le utenze ubicate in prossimità della cabina elettrica vengono alimentate direttamente dal quadro elettrico ubicato nella sala quadri mentre le utenze dislocate in zone molto distanti vengono alimentate da quadri secondari opportunamente posizionati nei locali tecnici delle stazioni/fermate.

Lo schema di distribuzione BT sarà a seconda dei casi scelto tra le due seguenti tipologie:

- derivazione;
- radiale.

Il primo sistema che peraltro è il più diffuso per i minori costi presenta diversi limiti:

- interferenza e c.d.t. tra carichi diversi;
- fuori servizio generalizzato a tutte le utenze;
- problemi di manutenzione.

Il secondo sistema è utilizzato per evitare o limitare i problemi di cui sopra ed è quello prescelto per gli impianti luce dei marciapiedi e per le utenze concentrate, mentre per l'alimentazione delle prese f.m. è stato utilizzato un impianto misto.

Il dimensionamento dell'impianto ha preso in considerazione:

- il quadro elettrico generale BT e relativi sottoquadri;
- le linee dorsali principali e secondarie;
- l'impianto di terra.

Per quanto riguarda in particolare il dimensionamento dei cavi di alimentazione ed il loro coordinamento con gli interruttori, sia in termini di corrente nominale che di corrente di taratura è stato tenuto conto dei seguenti aspetti:

- dimensionamento del cavo in relazione alla portata di corrente in regime permanente;
- dimensionamento in relazione alla caduta di tensione ammessa;
- verifica che l'energia specifica passante $I^2 \cdot t$ sia inferiore a quella ammissibile dal cavo.

Le lunghezze e le formazioni dei cavi da considerare ai fini dell'approvvigionamento e della posa in opera sono contenute nell'elaborato specifico "Piano Cavi".

Nello schema elettrico unifilare sono invece indicate le "lunghezze elettriche equivalenti" utilizzate ai fini del dimensionamento elettrico dei circuiti e come tali vanno considerate.

La scelta degli interruttori soddisfa le seguenti condizioni:

- La V_{nom} interruttore deve essere $\geq V_{conca}$ rete;
- la frequenza nominale dell'interruttore deve essere quella di rete;
- la corrente nominale I_n deve essere $\geq$ della corrente d'impiego;
- il potere di interruzione dell'interruttore deve essere $>$ della corrente di cto-cto trifase permanente nel punto di installazione dell'interruttore.

Lo studio del coordinamento delle protezioni e della loro selettività di intervento è stato correlato adeguatamente alla qualità del servizio.

I tipi di protezione che sono stati considerati nella fase progettuale sono:

- protezione contro sovraccarichi;
- protezione contro i cortocircuiti;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 90 di 106

- protezione contro i guasti a terra.

9.7.7 Adeguamento sicurezza gallerie e supervisione stazioni e fermate

Il SPVI ha lo scopo di consentire, in presenza di uno degli scenari d'emergenza previsti dal DM 28/10/05, l'utilizzo direttamente dal Posto Centrale di Palermo SCC (non oggetto del presente appalto) e dai PGEP, posti rispettivamente presso le Stazioni di Palermo Notarbartolo (già realizzato in altro appalto ma di cui si prevede l'integrazione) e Politeama, delle predisposizioni di sicurezza, presenti in galleria.

Inoltre, il SPVI consente, durante le normali fasi dell'esercizio ferroviario, la gestione della manutenzione degli impianti di sicurezza presenti nella galleria "agli imbocchi" e la Supervisione delle stazioni e fermate. Il sistema SPVI sarà sviluppato in conformità dei requisiti e delle caratteristiche richieste dalla Specifica Funzionale RFI.DMA.IM.OC.SP.IFS.002.A per il Sistema di Supervisione Integrata degli impianti di sicurezza delle gallerie ferroviarie. Nei paragrafi successivi verranno descritte le funzioni fondamentali, rimandando alle successive fasi progettuali la descrizione puntuale del sistema realizzato.

Fanno parte del progetto del sistema di supervisione oltre la presente relazione anche gli elaborati di seguito elencati:

- Specifiche Tecniche - (RS7201EZZSPSV0800001A)
- Architettura di sistema - (RS7201EZZTXSV0800001A)
- Planimetria con ubicazione enti - (RS7201EZZT7SV0800001A)

9.7.8 T.E. – Linea di contatto

Per la realizzazione della fermata Libertà si interverrà sull'impianto ferroviario esistente la cui linea di contatto verrà demolita e poi ricostruita in funzione della nuova opera civile realizzata.

Nell'ambito dell'intervento è previsto la modifica all'impianto T.E. della stazione Fiera, attualmente in esercizio e la realizzazione del circuito di terra di protezione anche all'interno della galleria Ranchibile, tra la stazione Fiera e quella di Palermo Notarbartolo con il relativo collegamento delle sospensioni esistenti alle corde di terra.

Per consentire l'intervento dei mezzi di soccorso, in galleria l'impianto di trazione elettrica dell'intero tratto (stazione di Palermo N.- stazione Politeama) sarà dotato di sistema di messa a terra delle condutture di contatto disalimentate (MATS), comandato a distanza dal D.O.T.E.

La linea in conformità all'esistente rete RFI già elettrificata sarà alimentata alla tensione nominale di 3 kV a c.c.; le fonti di alimentazione saranno le esistenti SSE di Palermo Brancaccio, di Carini e la futura SSE di Tommaso Natale.

La progettazione dell'impianto di elettrificazione è stata eseguita con riferimento alla velocità massima di esercizio previste per la linea sia nella configurazione attuale sia in quella futura così come indicato nell'elaborato RS1L 00 D 16 RG ES0001 001 A "Relazione Tecnica di Esercizio" e pari ad 80 km/h.

Lo schema elettrico che sarà realizzato è riportato nell'elaborato "RS72 01 E ZZ DX LC0000 001".

Come successivamente indicato, nella galleria esistente la linea il piano di contatto ha un'altezza sul piano del ferro pari a 4,80 m. Per tale altezza sarà ammessa a circolare una sagoma limite di tipo "B" secondo quanto indicato al punto II.12 - Altezza dei fili di contatto del "Capitolato tecnico" ed. 2008 di RFI.

9.7.9 Impianti antincendio, Safety, HVAC

Per quanto riguarda le portate dei ventilatori, si concorda con quanto espresso nelle relazioni del progetto definitivo (portata in emergenza di 288.000 mc/ora cadauno).

Per quanto riguarda le pressioni statiche e totali, è stata effettuata una verifica di calcolo delle stesse,

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 91 di 106

basata sui layout impiantistici del sistema di estrazione .

Le pressioni e le potenze suddette sono molto superiori a quelle indicate nel progetto definitivo, e comportano ventilatori ed inverter di taglie molto superiori; comportano anche modifiche sui quadri e sugli impianti elettrici.

Per ridurre le perdite di carico, sono state modificate le dimensioni delle canalizzazioni in muratura. Le dimensioni delle griglie di estrazione dalle banchine sono state portate a 1.000 x 600 mm. Per la Stazione Politeama è stato raddoppiato il numero dei canali verticali di estrazione dalle banchine (da uno per banchina sono diventati due per banchina); su questi canali sono previste serrande servocomandate (per la chiusura dell'aspirazione dalla banchina in cui non vi è l'incendio) di dimensioni 3.600 x 1.400 mm., che sono diventate quattro anziché due.

9.7.10 Impianto idrico antincendio gallerie

Ciascuna tratta della galleria è protetta da una rete di idranti a muro DN 45. Le reti di idranti saranno normalmente mantenute a secco. Ciascuna rete sarà costituita dalla condotta primaria e dalle derivazioni che alimenteranno i singoli idranti. La condotta primaria sarà realizzata con tubazioni DN 100. Le derivazioni, che collegheranno gli idranti alla condotta primaria saranno realizzate con diametro DN 50.

Gli idranti a muro saranno installati entro nicchie ove presenti. La lancia antincendio sarà collegata con 20 metri di tubazione flessibile.

Sulla condotta primaria, tra due derivazioni, sarà installata una valvola di intercettazione.

Lungo la condotta primaria e nei punti alti della stessa saranno installate le valvole per lo sfiato dell'aria e le valvole anti colpo d'ariete. Le valvole di sfiato aria consentiranno la fuoriuscita dell'aria durante il riempimento dell'impianto e l'ingresso dell'aria nella condotta durante lo svuotamento. Nei punti bassi della condotta primaria saranno installate valvole per consentire il completo svuotamento dell'impianto (valvole a comando manuale).

Lungo la condotta primaria saranno inseriti compensatori di dilatazione di tipo assiale con corpo a soffietto in acciaio e con attacchi a flangia.

La prima tratta imbocco galleria/fermata Libertà sarà alimentata attraverso l'alimentazione idrica realizzata nella fermata Libertà (vedere "RELAZIONE TECNICA IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO" della fermata Libertà). La seconda rete tratta fermata Libertà-fermata Imperatore Federico potrà essere servita indifferentemente dall'alimentazione realizzata in corrispondenza della fermata Libertà, o da un eventuale ulteriore alimentazione idrica da realizzarsi in corrispondenza della fermata Imperatore Federico (quest'ultima fermata non costituisce parte di questo progetto).

Le reti saranno realizzate con tubazioni di acciaio con estremità lisce rispondenti alla norma UNI EN 10224. le tubazioni saranno rivestite in polietilene, mediante processo di fusione rispondente alla norma UNI 10191. Le giunzioni, realizzate mediante giunti meccanici ed i relativi pezzi speciali, saranno rivestite con nastri autoamalgamenti in polietilene. Dove necessario sulle tubazioni saranno inseriti compensatori di dilatazioni assiali.

Il fissaggio delle staffe di supporto delle tubazioni alle strutture sarà realizzato mediante ancorante chimico bicomponente epossidico.

Le tubazioni primarie installate in corrispondenza delle banchine delle fermate saranno protette mediante protezione scatolare REI 120.

Le tubazioni primarie installate in galleria saranno posate in vista e rivestite con protezione per tubazioni REI 120.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 92 di 106

10. CANTIERIZZAZIONE

Il piano di cantierizzazione introduce elementi di approfondimento atti a garantire la migliore rispondenza dell'impianto di cantiere all'esigenza di realizzare la complessa opera ferroviaria nelle condizioni, modalità e tempi previsti.

Per la realizzazione dell'opera, che si sviluppa in ambito strettamente urbano e di conseguenza comporta notevoli interferenze con la viabilità e le attività della città, sono state adottate soluzioni tecnologiche che limitano quanto più possibile i disagi alla collettività, ipotizzando di suddividere l'intero intervento in varie tratte da realizzare in tempi diversi in modo da concentrare le lavorazioni contemporanee in zone abbastanza ristrette e distanziate tra di loro.

L'esecuzione dei lavori di scavo è prevista nel progetto esecutivo realizzando in una prima fase le paratie di pali secanti e lo scavo di ribasso per il getto del solettone di copertura; in una seconda fase è previsto lo scavo a foro cieco della galleria artificiale, la regolarizzazione delle superfici delle paratie, la posa in opera dell'impermeabilizzazione con guaina bituminosa (geotessile di protezione) e la realizzazione del solettone di fondo. All'interno è prevista la realizzazione di una controparete in c.a. alla quale viene affidata la tenuta idraulica.

Le principali fasi costruttive possono essere riassunte per quasi tutte le opere nei seguenti punti principali:

- chiusura parziale al traffico veicolare della zona interessata dal cantiere;
- B.O.B. (bonifica ordigni bellici);
- risoluzione dei sottoservizi interferenti;
- realizzazione paratie di pali secanti e tappo di fondo;
- scavo di ribasso e getto del solettone di copertura della galleria artificiale;
- ripristino delle opere relative alla sovrastruttura viaria;
- scavo a foro cieco della galleria artificiale con esecuzione del solettone di fondo, delle strutture di completamento e delle finiture;
- realizzazione degli Impianti, armamenti, T.E.

L'intera opera ad eccezione del cantiere della "fermata Libertà", (collocata geograficamente in altra zona della città, è considerato come un cantiere a se stante) presenta delle limitazioni dettate dalla insufficienza delle aree a disposizione per lo stoccaggio del materiale di scavo, quest'ultimo a seguito dell'introduzione della nuova normativa introdotta per il trattamento e lo smaltimento, prevede una serie di prove ed analisi che aumentano notevolmente il tempo di stoccaggio nelle suddette aree.

Il progetto di Cantierizzazione prevede la realizzazione delle opere tramite una distribuzione "alternata" delle lavorazioni, ricorrendo cioè a varie chiusure, sfalsate nello spazio e nel tempo tra loro, di interi quartieri, in modo da contenere l'inevitabile disagio procurato alla collettività e limitare il periodo di chiusura delle varie strade interessate dai lavori.

A tale scopo sono state individuate delle aree in cui verranno effettuate lavorazioni di opere differenti tra di loro ma da eseguire nello stesso periodo temporale. Nel dettaglio sono state individuate le seguenti aree:

- **Area TR01 Trincea:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 3+621,00 e la progressiva 3+814,48 (trincea dell'Ucciardone - TR01)
- **Area n.1:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 3+814,48 e la progressiva 3+932,77 (trincea dell'Ucciardone e ingresso Autorità Portuale – GA01 CRISPI);
- **Area n.2:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 3+932,77 e la progressiva 4+150,00 (GA01 CRISPI), e comprende il tratto compreso tra l'ingresso della Autorità Portuale e l'ingresso al Porto in corrispondenza della dogana (banchina Santa Lucia);
- **Area accesso Doganale Porto:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+150,00 e la progressiva 4+173,97 (GA01 CRISPI), e comprende l'ingresso al Porto in corrispondenza della dogana (banchina Santa Lucia);
- **Area Galleria Porto:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+173,97 e la progressiva 4+225,00 (GA12), e comprende il tratto compreso tra l'ingresso al Porto in corrispondenza della dogana (banchina Santa Lucia) e la Fermata Porto;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 93 di 106

- **Area Fermata Porto:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+225,00 e la progressiva 4+263,20 (GA12/FV02), e comprende il tratto relativo alla Fermata Porto;
- **Area n.3:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+263,20 e la progressiva 4+441,02 (GA12), e comprende il tratto compreso tra la Fermata Porto e via Francesco Crispi;
- **Area Sottopasso Pedonale:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+441,02 e la progressiva 4+500,00 (GA02 AMARI), e comprende il tratto relativo al sottopasso pedonale in corrispondenza di via Crispi;
- **Area n.4:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+500,00 e la progressiva 4+713,43 (GA02 AMARI), racchiude il tratto compreso tra via Francesco Crispi e via Principe di Scordia;
- **Area n.5:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+713,43 e la progressiva 4+866,55 (GA02 AMARI) e comprende il tratto tra via Principe di Scordia e via Roma;
- **Area n.6:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 4+866,55 e la progressiva 5+121,67 (GA02 AMARI) e comprende il tratto compreso tra via Roma e via Ruggero Settimo;
- **Area n.7:** racchiude il tratto compreso tra la progressiva 5+121,67 e la progressiva 5+258,60 (FV03/GA13 POLITEAMA) e comprende il tratto compreso tra via Ruggero Settimo e via XX Settembre oltre che la Stazione Politeama;
- **Area n.8:** racchiude un tratto di 95 m circa interessante viale Lazio, via Sicilia e via Isonzo, con le lavorazioni riguardanti la nuova Fermata Libertà (FV011/GA11).

Gli spostamenti dei sopra e sottoservizi interferenti costituiscono uno dei vincoli principali per la durata e per la continuità delle lavorazioni. In una prima fase gli spostamenti delle interferenze vincolano le attività successive alla bonifica superficiale dagli ordigni bellici, in una seconda fase vincolano le lavorazioni sulle opere civili.

A tal proposito si evidenzia che le attività lavorative relative alla trincea e alle gallerie artificiali, da eseguirsi all'interno dell'area portuale e fino all'inizio di via Emérico Amari, sono fortemente influenzate dallo spostamento dei cavi ad alta, media e bassa tensione e dallo spostamento dei collettori fognari.

In particolare, si segnala che per i cavi ad alta tensione, il cronoprogramma dei lavori tiene conto che la Committenza e l'Ente abbiano raggiunto gli accordi per spostare la propria rete, considerato che la problematica è oggetto di discussione sin dal mese di marzo 2010.

Inoltre, le opere da eseguire all'interno delle aree portuali sono fortemente condizionate dal fatto che è necessario mantenere gli accessi portuali sempre in funzione come richiesto dalle Autorità competenti. Rispetto alle previsioni di Progetto Definitivo le aree lavorative sono state suddivise ulteriormente per consentire i flussi di traffico da e per il porto.

Alla base del programma sono state fatte alcune considerazioni riguardo innanzi tutto al valore da assumere per la produttività dello scavo, tenendo conto della natura dei terreni attraversati e per la produttività nella realizzazione dei pali secanti.

Per quanto riguarda gli scavi, rispetto al Progetto Definitivo, a causa del rinvenimento di terre, rocce e acque provenienti dagli scavi risultate contaminate (rifiuti non pericolosi e pericolosi), è cambiata la sequenza di smaltimento dei materiali di scavo. Nel Progetto Definitivo le terre scavate potevano essere smaltite direttamente presso impianti/discardie autorizzate, nel Progetto esecutivo la sequenza prevede il deposito provvisorio delle terre in cumuli da 2500 mc in un'area di stoccaggio, in cui saranno prelevati dei campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche di laboratorio per la caratterizzazione ambientale. Le terre potranno essere smaltite solo dopo aver ricevuto i risultati da parte del laboratorio. Allo stesso modo, le acque saranno accumulate in vasche di raccolta per la successiva caratterizzazione chimico-fisica e biologica e smaltite presso impianti autorizzati. Per ulteriori approfondimenti, si rimanda alla relazione ambientale allegata al progetto.

La tempistica della fermata Libertà è in parte svincolata dal rimanente programma (il collegamento è

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 94 di 106

costituito dalla necessità di operare con una delle macchine dei pali operanti sulle altre aree). L'analisi delle tempistiche delle fasi lavorative della Fermata Libertà richiedono una sospensione dell'esercizio ferroviario. Non sono aumentate le tempistiche rispetto al Progetto Definitivo.

In conclusione, la durata complessiva dei lavori per l'intero intervento risulta pari a 1095 giorni, nel dettaglio:

- 40 giorni per le cantierizzazioni e l'installazione impianto di betonaggio,
- 935 giorni alla realizzazione della tratta Giachery-Politeama;
- 446 giorni per la sola fermata Libertà.

11. PROGETTO AMBIENTALE

Con riferimento agli aspetti ambientali legati alla progettazione esecutiva della nuova linea ferroviaria, sono state effettuate le indagini non previste in fase di progettazione definitiva, relativamente alle componenti rumore e vibrazioni e relativamente alla presenza di materiali inquinati nell'area oggetto del tracciato in oggetto.

Rumore e vibrazioni

Per la valutazione dell'impatto acustico che la realizzazione dell'opera avrà sull'area circostante ed in particolar modo sui ricettori più esposti, nell'ambito della progettazione esecutiva sono state effettuate le seguenti attività:

- Campagna di misure fonometriche
 - Censimento dei ricettori più esposti
 - Studio acustico mediante l'utilizzo di software previsionale
- Sono stati censiti tutti i ricettori più esposti all'infrastruttura ferroviaria situata all'aperto (trincea) e alle 3 fermate previste dal progetto. In particolare vengono riportati nelle tavole "Planimetrie di localizzazione dei ricettori censiti – Post Opera" (RS7201EZZP5IM0006001A) e nelle relative "Schede di censimento dei ricettori – Post Opera" (RS7201EZZSHIM0006001A):

- i ricettori sensibili (classe I, D.P.C.M. 14/11/97) come scuole, ospedali, ecc.;
- i ricettori più esposti alle aree di cantiere suddivisi in base alla loro destinazione d'uso:
 - Residenziale
 - Residenziale/Uffici
 - Residenziale/Commerciale
 - Commerciale
 - Uffici
 - Magazzino
 - Rudere
 - Teatro
 - Commerciale/Uffici
 - Chiesa/Istituti religiosi
 - Pertinenza Italferr

L'individuazione e classificazione dei ricettori è stata svolta mediante dei sopralluoghi in sito, utilizzando come riferimento la base cartografica del progetto definitivo e riportando nelle schede le seguenti informazioni:

- Numero di identificazione del ricettore
- Numero di riferimento della fotografia allegata
- Toponimo del luogo di ubicazione
- Destinazione d'uso
- Numero di piani
- Stato di conservazione

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 95 di 106

- Descrizione degli infissi

La caratterizzazione acustica della sorgente è stata effettuata, mediante campagna di misura fonometrica effettuata il 07/07/2010 in via Monti Iblei, in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria esistente (Coordinate: N 38° 09' 09" E13° 19' 27") dalle 06:00 alle 12:00 ed i cui risultati sono riportati nel documento RS7201EZZDXIM0006001A "Report Rilievi Acustici". Per l'esecuzione tale campagna di misura si è fatto riferimento a quanto riportato dal DM 16/03/98 – Allegato C.

Durante il rilievo sono stati rilevati tutti i passaggi ferroviari, distinguendo i singoli transiti in base al tipo di materiale rotabile.

Materiali Inquinanti

Le indagini ambientali eseguite hanno accertato che:

- il terreno di riporto, in relazione alla sua provenienza (sfabbricidi derivanti dalla distruzione durante i bombardamenti del centro storico e degli impianti produttivi) è non conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. ed è da considerare un "rifiuto non pericoloso";
- in alcuni tratti del tracciato è molto probabile il rinvenimento di porzioni di suolo caratterizzati da valori di alcuni analiti (soprattutto piombo, rame, zinco, stagno, idrocarburi) che superano i livelli di accettabilità del rifiuto in discariche di rifiuti non pericolosi;
- il substrato calcarenitico-sabbioso e flyschoidale è in generale da considerare conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e quindi può essere riutilizzato nell'ambito del progetto o è da considerare un "rifiuto inerte";
- l'acqua di falda è risultata non conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i. – colonna B tab.2 All. 5 parte quarta;
- il ballast è risultato essere un "rifiuto non pericoloso".

Oltre ai materiali presenti lungo la sede ferroviaria, attraverso l'analisi ed i sopralluoghi effettuati in fase di P.E. è stata individuata la presenza di ulteriori materiali inquinati, provenienti dalle demolizioni, quali ad esempio coperture in amianto degli edifici da demolire, non segnalati dal P.D..

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 96 di 106

12. ESPROPRI

Il piano particellare è stato aggiornato sia per tenere conto di tutte le modifiche operate nella fase di progettazione esecutiva che per tenere conto di tutte le variazioni catastali, nel frattempo avvenute fra la fase del definitivo e quella attuale.

L'intero intervento si sviluppa prevalentemente in sotterraneo, interessando per un esteso tratto l'attuale area portuale, la restante parte interessa prevalentemente superfici pubbliche, strade e piazze, di proprietà del Comune di Palermo. Solo per la Fermata Libertà, sarà necessario occupare in parte alcune particelle di proprietà di privati.

I rapporti fra il Comune di Palermo e gli enti competenti presenti all'interno dell'area portuale, in ordine al trasferimento delle aree, siano esse di occupazione in superficie che in sottosuolo, nonché la demolizione dei fabbricati e dei manufatti, attualmente destinate alle attività portuali, saranno regolamentate attraverso un atto di convenzione/concessione, pertanto nella perizia delle espropriazioni non è stata calcolata alcuna indennità. Conformemente a quanto riportato nella relazione del progetto definitivo, per le aree che si sviluppano su superfici comunali, sia in superficie che in sottosuolo, non sono state previste indennità per ragioni legate alla futura proprietà dell'opera. Infine per quanto riguarda l'espropriazione e gli asservimenti che riguardano i suoli privati, è stata prevista l'indennità applicando le norme contenute nel DPR 6-6-20010 n.327 e s.m.i.

Foglio di mappa 35

In questo tratto la sede ferroviaria si sviluppa prevalentemente in trincea, collocandosi all'interno dell'area identificata in catasto alla p.la 1512 già di proprietà delle ferrovie. Terminato il tratto all'aperto, il tracciato si sviluppa in galleria artificiale sempre all'interno della p.la precedente ad esclusione dell'impianto di sollevamento, costituito da un manufatto con altezza fuori terra pari a 3.00, che interessa la p.la 2046/1. Quest'ultima inoltre è interessata, per una fascia di larghezza media pari a 1.50 m lato valle dall'occupazione della sede ferroviaria.

Fogli di mappa 116-117

La superficie di occupazione della sede ferroviaria è in gran parte interna all'area portuale. La trincea drenante situata a monte rispetto alla nuova sede ferroviaria, occupa per uno sviluppo di circa 100 m, parte del marciapiede della via F.sco Crispi. Sono previste le demolizioni di due fabbricati, ricadenti all'interno della particella n.68, attualmente destinati il primo a uffici della società Wartsila Italia S.p.a., il secondo ad alloggi della Capitaneria di Porto.

In questo foglio, l'intervento interessa una piccola porzione della p.la 72 della quale non esiste la visura catastale.

Foglio di mappa 147

La fermata Porto interessa un'area della via F.sco Crispi, quindi esterna alla fascia portuale, dove sono previste sia strutture in sotterraneo che opere fuori terra destinate ai manufatti di accesso alla fermata. In questo tratto è prevista la demolizione di un edificio attualmente destinato alle attività di officina navale. Parte dell'intervento interessa le particelle denominate 18, A e 23 delle quali non esistono visure catastali.

Foglio di mappa 120-118-122

L'intervento interessa per la totalità aree di proprietà del Comune. La sede ferroviaria in questo tratto si sviluppa sempre in sotterraneo, sono tuttavia presenti delle occupazioni permanenti in superficie in corrispondenza dell'incrocio fra la via Amari e la via F.sco Crispi, dove è previsto il manufatto di ingresso al sottopasso pedonale, ed in piazza Castelnuovo (Fermata Politeama) dove sono situati i manufatti di ingresso alla stazione e le varie pertinenza (locali tecnici, etc).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 97 di 106

Foglio di mappa 31/B

Alcuni lotti di proprietà di privati sono interessati dai lavori, in corrispondenza della futura fermata Libertà. Tali p.lle saranno occupate temporaneamente durante la fase di costruzione dell'opera, e ad opera ultimata saranno gravate da una servitù in quanto l'intervento si sviluppa in sotterraneo

13. FASI REALIZZATIVE

Escludendo la fermata Libertà (Area n.8), realizzata con una tempistica separata, le lavorazioni sono state distinte in tre fasi principali, differenti tra di loro non solamente per tipologia di lavorazioni, ma anche come impatto sulla circolazione stradale e sulla vita dei quartieri interessati.

Di seguito si riporta la descrizione dettagliata di tali fasi di realizzazione dell'opera:

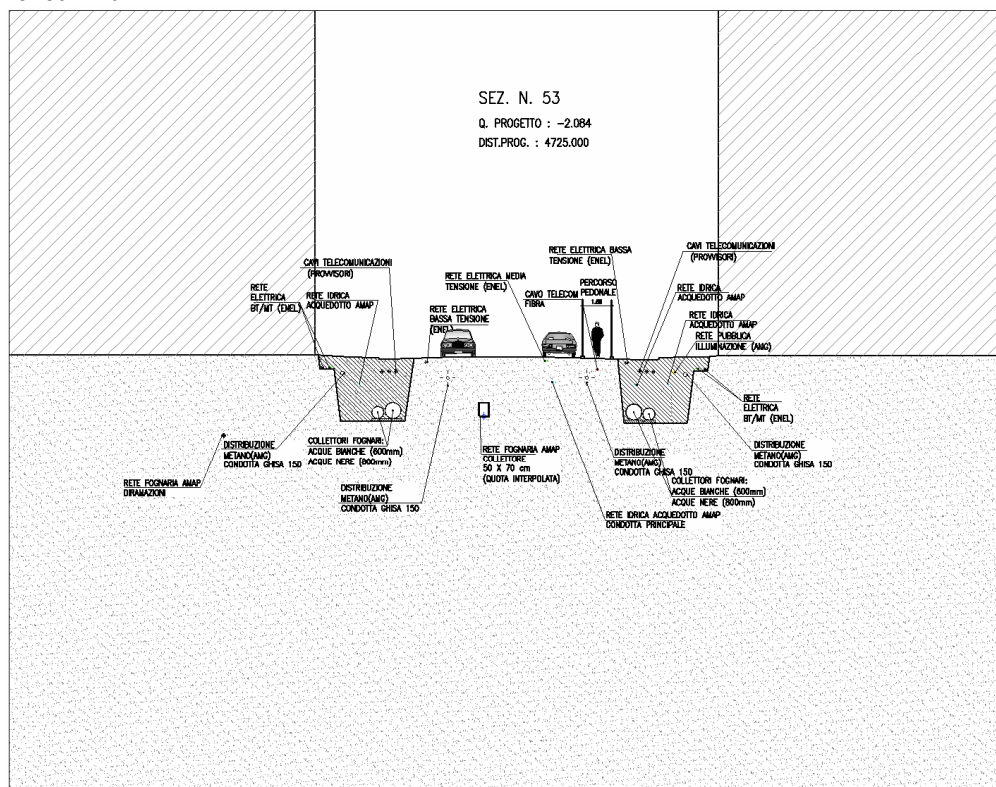
- **B.O.B. (Bonifica Ordigni Bellici)**

La bonifica Ordigni Bellici è propedeutica alla fase A0 in tutte le lavorazioni.

- **Fase A0:** spostamento dei sottoservizi interferenti con l'opera. Per quanto riguarda le interferenze dei parallelismi (ricadenti per la maggior parte in corrispondenza della via Emerico Amari) si è proceduto allo spostamento di tali servizi nella fase precedente alla realizzazione dell'opera attraverso l'individuazione di due zone laterali a ridosso dei marciapiedi in cui vengono collocati tutti i nuovi sottoservizi. Alcuni di essi verranno poi spostati dopo la realizzazione del solettone di copertura, in alloggi definitivi, al di sopra del solettone stesso. In corrispondenza, di via Piano dell'Ucciardone, tale fase interesserà soltanto il tratto compreso tra via Albanese e la Fermata Porto (FV02/GA12). Per gli attraversamenti sono stati studiati puntualmente gli spostamenti provvisori da effettuarsi in questa prima fase antecedente l'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera ferroviaria. Per quanto riguarda la circolazione veicolare, in questa fase continuerà a svolgersi regolarmente a meno del restringimento della carreggiata lungo le strade interessate, prima dal lato del marciapiede destro e poi dal lato del marciapiede sinistro in relazione appunto al progressivo spostamento dei sottoservizi interferenti. Verrà, inoltre, assicurata la circolazione pedonale tramite la recinzione di appositi percorsi, dal momento che si tratta di aree della città caratterizzate dalla presenza di molte attività commerciali.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 99 di 106

Fase A0: Spostamento dei sottoservizi lato marciapiede sinistro _ Sezione trasversale in corrispondenza di Via Emerico Amari.



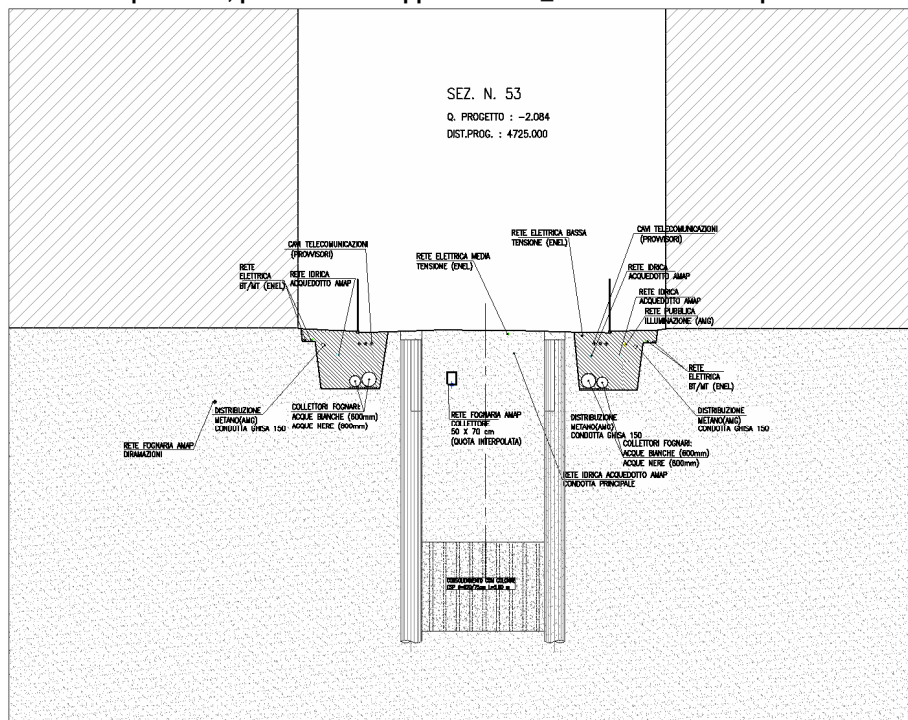
FASE A0

- ALLESTIMENTO CANTIERE
- SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA DEL MARCIAPIEDE SX
- ALLOGGIAMENTO SOTTOSERVIZI DEFINITIVI (ENEL BT/MT, AMG GAS, AMG ILLUMINAZIONE PUBBLICA, AMAP RETE IDRICA E FOGNATURA)
- ALLOGGIAMENTO SOTTOSERVIZI PROVVISORI (TELECOMUNICAZIONI)
- RITOMBAMENTO

- **Fase A:** realizzazione dei pali, scavo di ribasso e getto del solettone di copertura, alloggiamento dei sottoservizi negli alloggi definitivi posti al di sopra del solettone di copertura, successivo ritombamento e rifacimento della pavimentazione. In questa fase avverrà l'interruzione della circolazione stradale lungo le vie interessate dai lavori di realizzazione dell'opera, pur assicurando la circolazione lungo le vie che tagliano trasversalmente la via Emerico Amari (Via La Masa, Via P. di Scordia, Via Roma, Via Wagner, Via R. Settimo): tali vie di attraversamento verranno chiuse al traffico, in ogni singola fase, solo parzialmente (all'incirca per metà della loro estensione in larghezza), in modo tale da permettere la circolazione nella restante metà. Seguendo questo principio di chiusura al traffico di volta in volta per metà delle vie di attraversamento del tracciato, verranno garantiti anche l'accesso all'Autorità Portuale e l'accesso al Porto in corrispondenza del Molo S. Lucia, lungo tutta la durata della Fase A. Nelle planimetrie di dettagli. (cfr. elaborati: RS72 01 E ZZ P8 CA 01_02_03_04_05_06_07) si riporta lo studio dettagliato della viabilità durante le fasi costruttive dell'opera.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 100 di 106

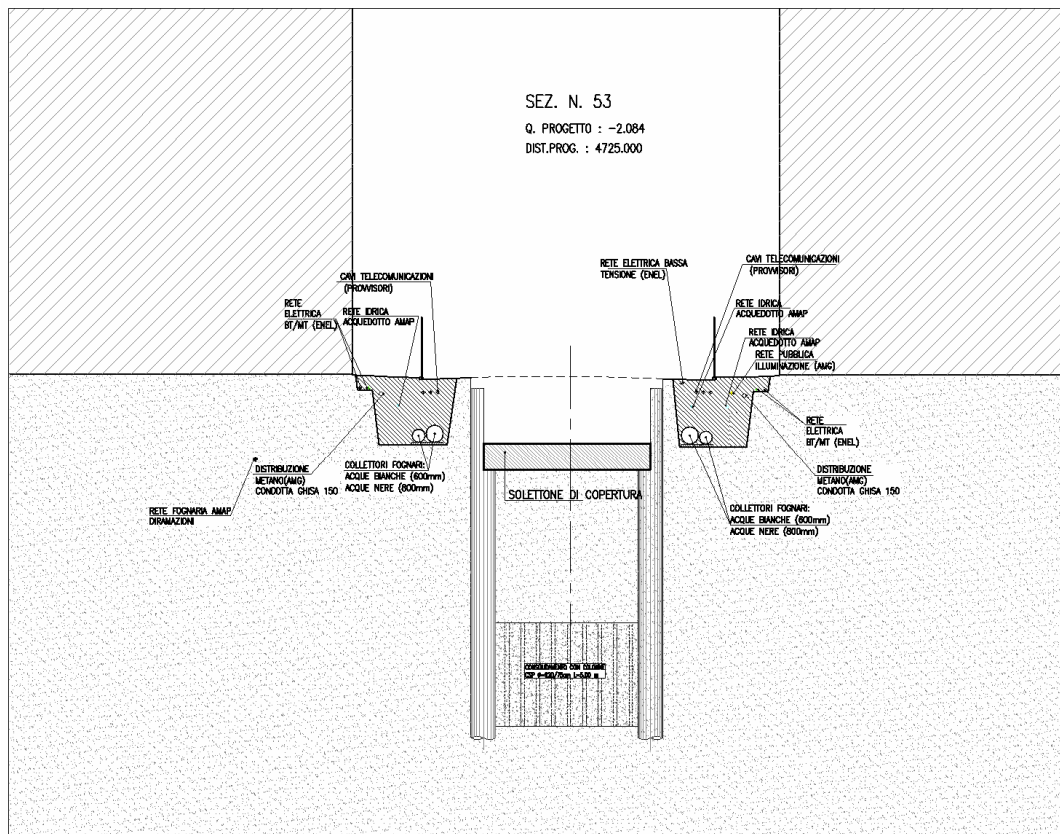
Fase A: Realizzazione prescavo, pali secanti e tappo di fondo _ Sez. trasv. in corrisp. di Via Emerico Amari.



- FASE A
- CHIUSURA AL TRAFFICO
 - COLLEGAMENTO TRA NUOVI SOTTOSERVIZI (PROVVISORI E DEFINITIVI) E QUELLI ESISTENTI
 - REALIZZAZIONE DEL PRESCAVO
 - REALIZZAZIONE PALI SECANTI
 - REALIZZAZIONE TAPPO DI FONDO

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 101 di 106

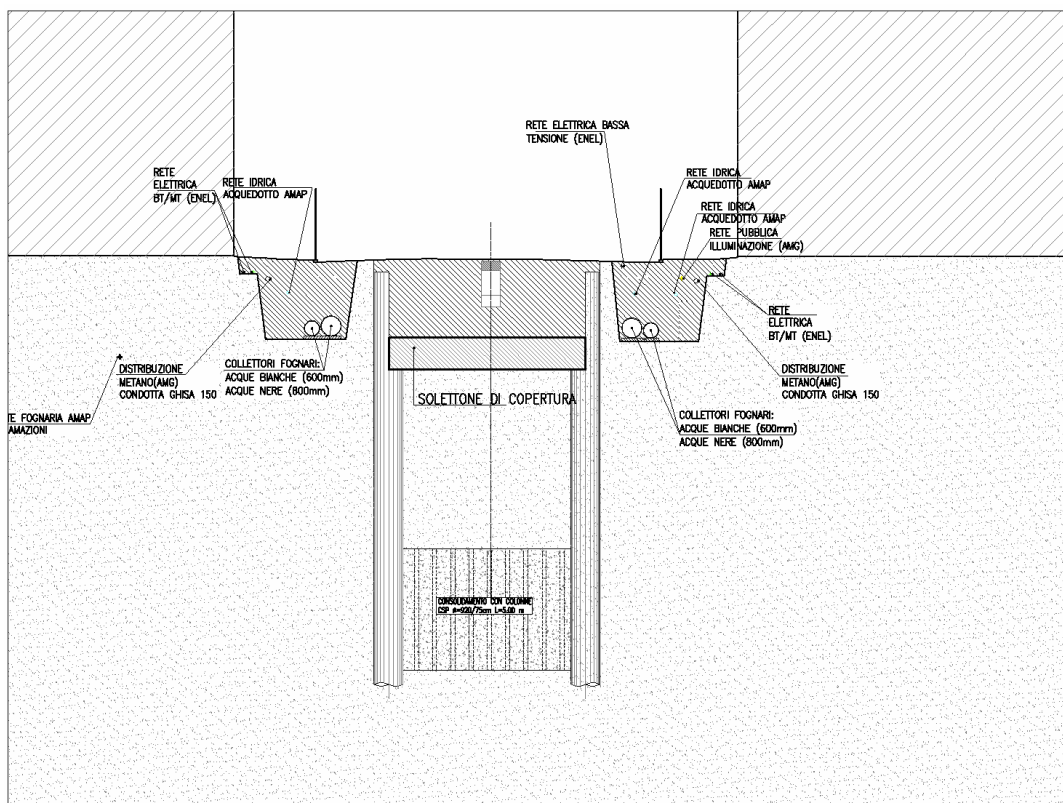
Fase A: Realizzazione solettone di copertura _ Sezione trasversale in corrispondenza di Via Emerico Amari.



- FASE A**
- ESECUZIONE SCAVO DI RIBASSO FINO A QUOTA SOLETTONE DI COPERTURA
 - GETTO CONTROTERRA DEL SOLETTONE DI COPERTURA

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 102 di 106

Fase A: Ritombamento e ripristino pavimentazione _ Sezione trasversale in corrispondenza di Via Emerico Amari.



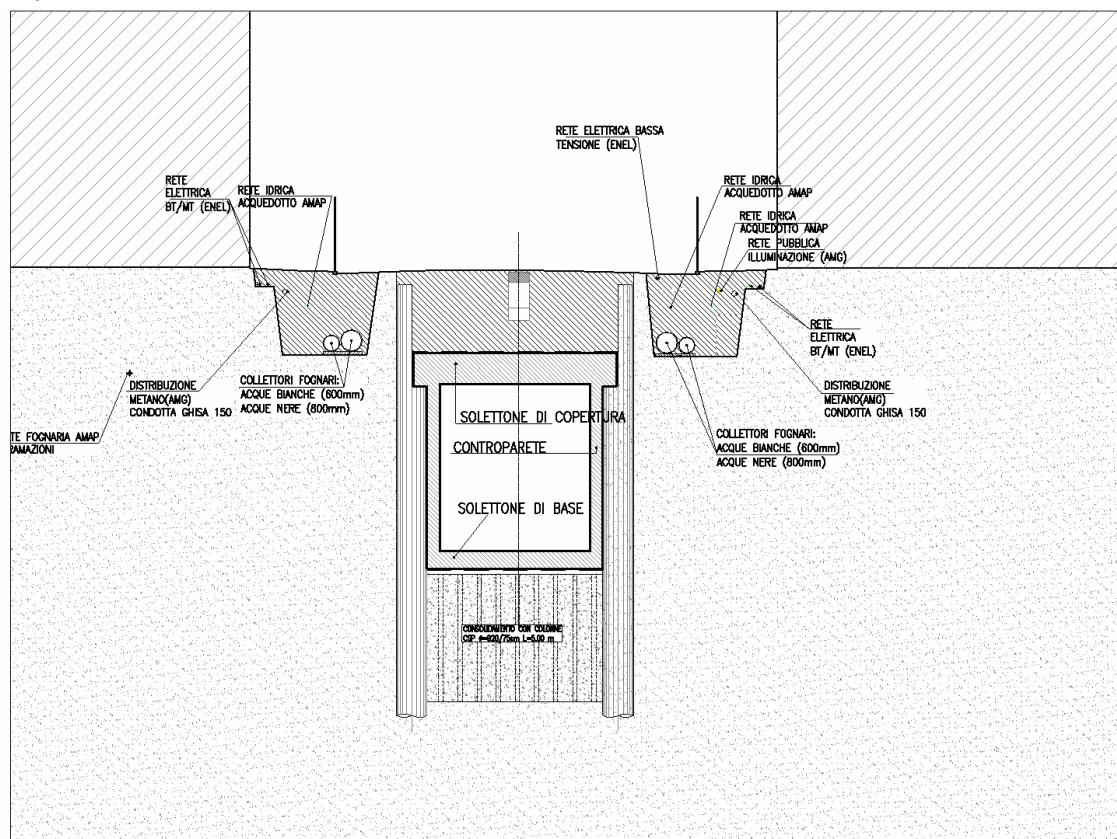
FASE A

- POSIZIONAMENTO DEFINITIVO CAVI TELECOMUNICAZIONI SULLA SOLETTA
- IMPERMEABILIZZAZIONE E RITOMBAMENTO
- RIPRISTINO PAVIMENTAZIONE E TRAFFICO SU VIA E. AMARI

- **Fase B:** (dopo aver ripristinato il traffico lungo le vie in precedenza interrotte alla circolazione veicolare e pedonale): scavo a foro cieco della galleria artificiale e dei locali di stazione, con getto del solettone di base e del puntone intermedio, laddove previsto, e successive lavorazioni per il completamento delle strutture e delle finiture della galleria.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 103 di 106

Fase B: Esecuzione scavo a foro cieco della galleria _ Sezione trasversale in corrispondenza di Via Emerico Amari.

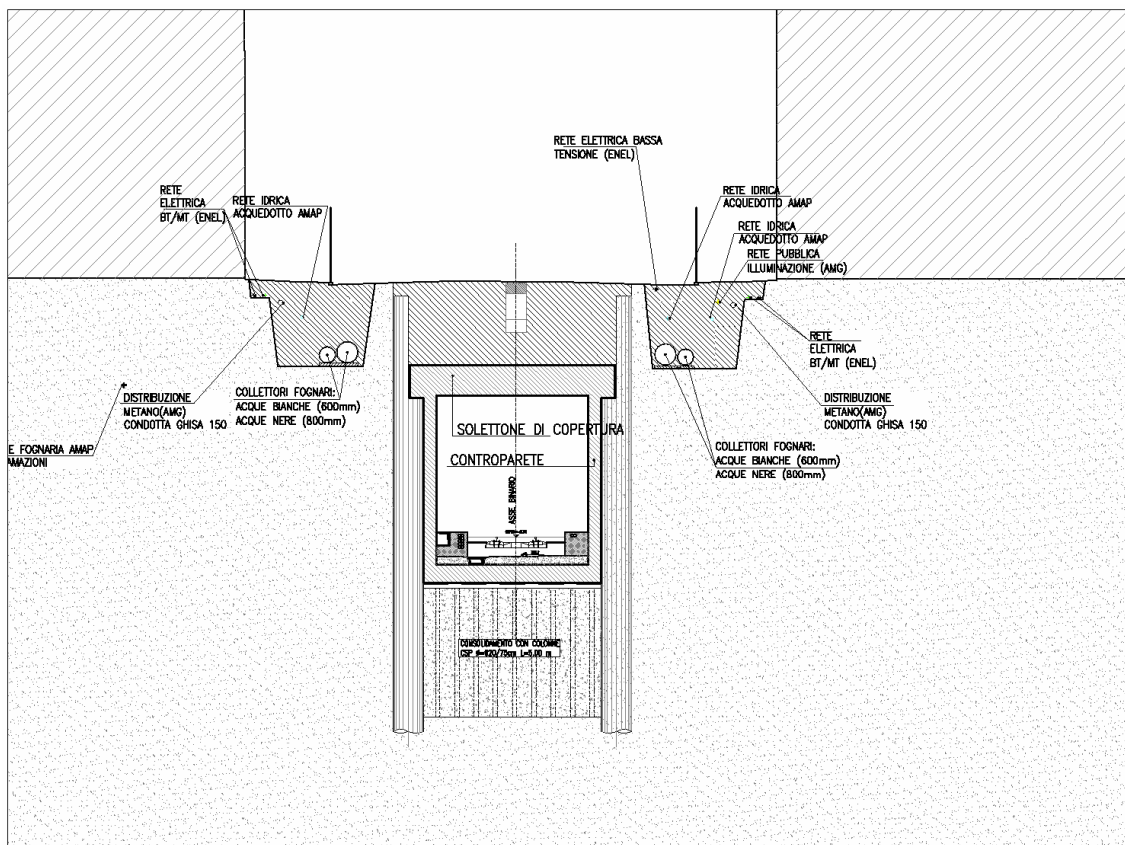


FASE B

- SCAVO A FORO CIECO FINO A QUOTA MAGRONE
- ESECUZIONE DEL MAGRONE
- REALIZZAZIONE DEL SOLETTONE DI FONDO
- REALIZZAZIONE DELLE PARETI LATERALI

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 104 di 106

Fase B: Esecuzione scavo a foro cieco della galleria _ Sezione trasversale in corrispondenza di Via Emerico Amari.



FASE B

- POSA IN OPERA DELL'ARMAMENTO DI PROGETTO
- REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI FINITURA

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 105 di 106

14. DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA

La stima economica delle opere previste con il P.E. è riportata nella documentazione economica. I computi metrici estimativi sono stati sviluppati con riferimento alle opere della suddivisione in WBS.

L'importo globale derivante dal complesso delle opere ed interventi previsti nel P.E. è riportato nella seguente tabella:

	Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo	delta PE-PD
totale oneri di sicurezza - voce a corpo 1	€ 1.142.818,18	€ 5.042.905,61	€ 3.900.087,43
totale oneri di progettazione - voce a corpo 2	€ 1.196.623,98	€ 1.827.617,19	€ 630.993,21
totale lavori - voce a corpo e misura 3	€ 73.639.385,87	€ 97.951.100,52	€ 24.311.714,65
di cui lavori a corpo (netto ribasso) - sottovoce a corpo 3a	€ 73.639.385,87	€ 76.864.003,13	
di cui lavori a misura (netto ribasso) - sottovoce a misura 3b	€ 0,00	€ 21.087.097,39	
	€ 75.978.828,03	€ 104.821.623,32	€ 28.842.795,29

Nella Relazione di confronto con il P.D. sono sintetizzate le modifiche e varianti apportate con il P.E. ed il quadro comparativo con le previsioni del P.D..

15. SICUREZZA

Ai sensi degli artt. 91 e 100 del D.Lgs. 81 del 9 aprile 2008 è stato redatto il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) costituito dalla "Sezione Generale", dai suoi allegati e dalla sezione particolare.

La sezione generale rappresenta la parte in cui sono trattati argomenti presenti nella generalità dei cantieri. Sono trattati cioè gli argomenti riconducibili allo stato dell'arte ed alla letteratura tecnica inerente la sicurezza e l'igiene del lavoro nel settore delle costruzioni e quindi sempre applicabili laddove si debbano installare cantieri e realizzare opere.

La Sezione Generale è costituita dalla "Relazione Generale" e dai suoi allegati:

La "Sezione Particolare" affronta le problematiche connesse alla sicurezza per ogni Area tecnica in cui è stata suddivisa l'intera opera e si compone delle seguenti sezioni:

Area 1 - Macrofase A0
Area 1 - Macrofase A1
Area 1 - Macrofase B
Area 2 - Macrofase A0
Area 2 - Macrofase A1
Area 2 - Macrofase B
Area 3 - Macrofase A0
Area 3 - Macrofase A1
Area 3 - Macrofase A2
Area 3 - Macrofase B
Area 4 - Macrofase A0
Area 4 - Macrofase A1
Area 4 - Macrofase A2
Area 4 - Macrofase B
Area 5 - Macrofase A0
Area 5 - Macrofase A1
Area 5 - Macrofase B
Area 6 - Macrofase A0

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 003	REV C	Pag. 106 di 106

Area 6 - Macrofase A1
Area 6 - Macrofase A2
Area 6 - Macrofase B
Area 7 - Macrofase A0
Area 7 - Macrofase A1
Area 7 - Macrofase A2
Area 7 - Macrofase A3
Area 7 - Macrofase B
Area 8 - Macrofase A0
Area 8 - Macrofase A1
Area 8 - Macrofase B

Infine, sono parte integrante del P.S.C. gli elaborati di seguito riportati:

- Linee guida per la stima degli oneri per la sicurezza
- Costi delle misure di sicurezza
- Fascicolo dell'opera
- Cronoprogramma

e ancora gli elaborati relativi alle fasi di lavorazione e alla cantierizzazione.

Nella parte generale sono esposte una descrizione generale dell'opera e una individuazione dei ruoli di cantiere con responsabilità in tema di sicurezza nei luoghi di lavoro. Nella sezione dedicata all'organizzazione del cantiere sono stati effettuati richiami ad elaborati facenti parte del progetto esecutivo (sistema dei campi; localizzazione degli stessi, della viabilità di servizio, delle cave, degli impianti, delle discariche).

I riferimenti al progetto accompagnano le indicazioni sulle misure di prevenzione ed igiene rendendo il PSC un documento da cui trarre tutte le indicazioni necessarie alla conduzione in sicurezza del cantiere, sia per ciò che riguarda gli aspetti generali di carattere organizzativo che per gli aspetti legati alle singole fasi lavorative.

Per ciascuna area tecnica (cfr. relazione generale di cantierizzazione), nelle Sezioni Particolari del P.S.C., sono riportate le opere con le loro modalità realizzative e sono indicate le misure e gli apprestamenti per lo svolgimento dei lavori in sicurezza. Ogni opera viene descritta nelle linee essenziali e, per ciascuna vengono riportati i rischi nelle varie fasi di lavorazione, gli apprestamenti necessari, i Dispositivi di Protezione Individuale e Collettivi, le misure di sicurezza da adottare.