

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 GENERALE DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 7 2	0 1	E	ZZ	R G	M D 0 0 0 0	0 0 2	C

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)



Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione per consegna	Piccirillo	22/10/10	Barra	25/10/10	S. Esposito 25/10/10
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:	RS7201EZZRGMD0000002_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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 2 di 106	

INDICE

1. PREMESSA	4
2. AMBITO TERRITORIALE	8
3. IL PROGETTO DEFINITIVO	15
3.1 ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA	15
3.2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO DEFINITIVO	15
3.3 ANALISI E CRITICITÀ DEL P.D.	23
4. STUDI RILIEVI E INDAGINI.....	32
4.1 RILIEVI E INDAGINI	32
4.1.1 Accertamenti e verifiche in sito.....	32
4.1.2 Rilievi celerimetrici	32
4.1.3 Indagini geotecniche.....	33
4.1.4 Indagini ambientali e caratterizzazione dei terreni ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.39	
4.1.5 Indagini fonometriche	45
4.1.6 Interferenze	45
4.1.7 Censimento edifici	49
4.2 GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	50
4.2.1 Inquadramento geologico	50
4.2.2 Inquadramento geomorfologico.....	51
4.2.3 Condizioni idrogeologiche	52
4.3 GEOTECNICA	53
4.4 IDROLOGIA E IDRAULICA.....	56
5. IL PROGETTO ESECUTIVO	59
5.1 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI	59
5.2 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA	61
5.3 ARMAMENTO.....	63
5.4 OPERE D'ARTE	65
5.5 STAZIONI E FERMATE	72
5.6 IMPIANTI TECNOLOGICI	81
5.6.1.1 IE01-IE02-IE03- Impianti LFM.....	81
5.6.1.2 IM01-IM02-IM03- Impianti meccanici.....	81
5.6.1.3 IS01- Segnalamento	81
5.6.1.4 SG01- Sicurezza Gallerie Crispi/Amari	81
5.6.1.5 SG02- Sicurezza Galleria Ranchibile	82
5.6.1.6 TC01- Impianti di telecomunicazioni	82
5.6.1.7 TE01-Trazione elettrica	82
5.7 INTERFERENZE CON I SOTTOSERVIZI.....	82
5.8 INTERFERENZE CON GLI EDIFICI, OPERE DI PRESIDIO E MONITORAGGIO.....	83
5.9 ESPROPRI.....	84
5.10 DEMOLIZIONI E RIPRISTINI	85
5.11 RECEPIMENTO PRESCRIZIONI DELLA C.D.S. DEL 11/10/2004.....	86
6. ASPETTI AMBIENTALI	86
6.1 STUDI E INDAGINI	86
6.2 CAVE E DISCARICHE.....	87
7. CANTIERIZZAZIONE.....	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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 3 di 106	

7.1 BILANCIO DELLE TERRE89

8. CONFRONTO CON IL PROGETTO DEFINITIVO 90

8.1 STATO DEI LUOGHI 90

8.2 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA 93

8.3 OPERE D'ARTE MAGGIORI..... 97

8.3.1 TR01 97

8.3.2 GA01 97

8.3.3 GA12 e GA02 fino a prog.4+500 98

8.3.4 GA02 da prog.4+500 a 5+000 98

8.3.5 GA13/FV03 98

8.3.6 GA11/FV01 99

8.3.7 FV02 – Fermata Porto..... 99

8.4 INTERFERENZA CON LA FALDA 99

8.5 IMPIANTI TECNOLOGICI 99

8.6 MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI..... 103

8.7 CANTIERIZZAZIONE 104

8.8 CONFRONTO ECONOMICO 104

9. CRONOPROGRAMMA..... 105

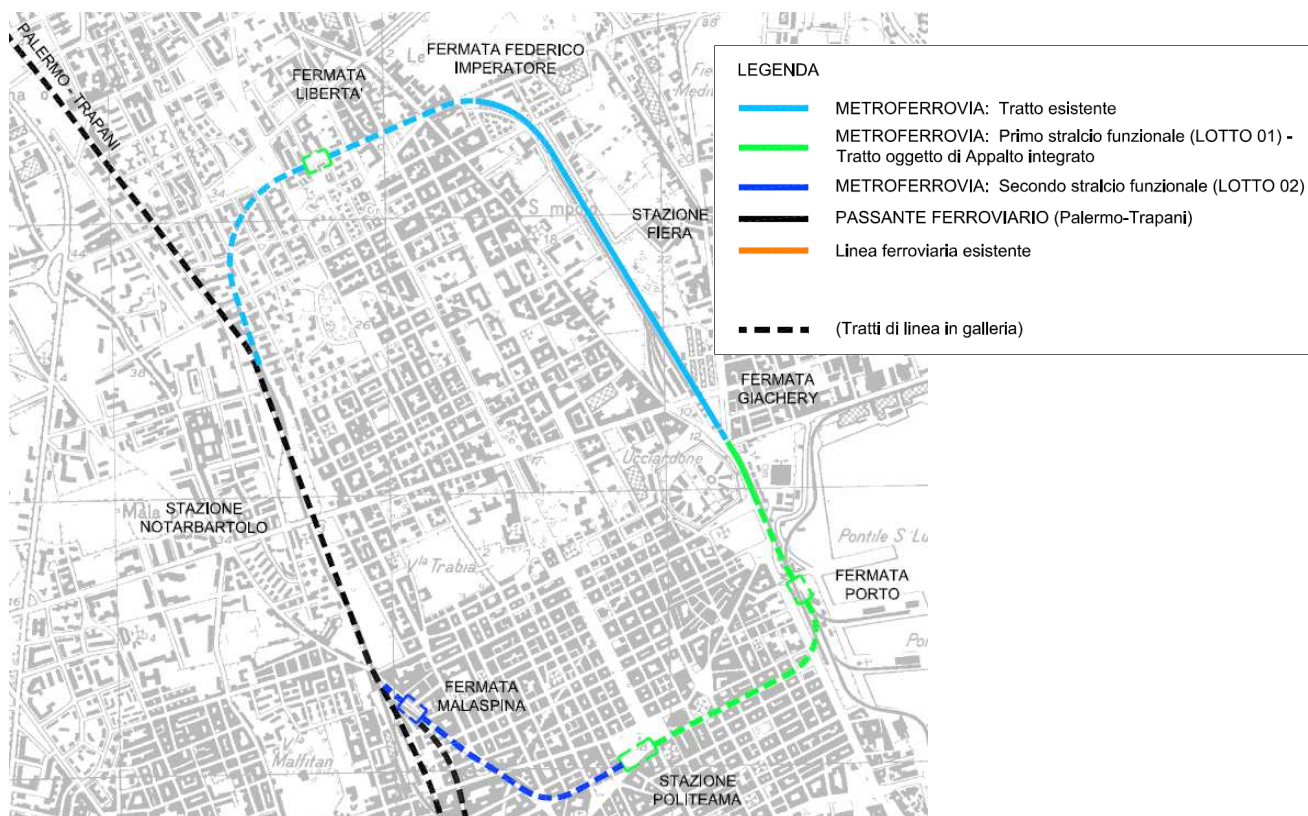
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 4 di 106	

1. PREMESSA

I lavori di chiusura dell'anello ferroviario in sotterraneo della Metroferrovia di Palermo che comprendono la realizzazione di gallerie di continuità con il tracciato esistente e la realizzazione di alcune fermate e stazioni, oltre opere accessorie annesse e impianti, sono stati affidati all'impresa Tecnis S.p.A. e all'ATI di progettazione Progin S.p.A. (mandataria) e Sab S.r.l. con convenzione per Appalto Integrato.

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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 5 di 106	

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 1637 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.

La presente relazione illustra, in generale, le problematiche e le caratteristiche del Progetto Esecutivo (P.E.) descrivendo i criteri di base adottati per la progettazione e le variazioni apportate rispetto al Progetto Definitivo (P.D.) motivandone le scelte.

Le principali problematiche progettuali emerse a seguito degli accertamenti sui sottoservizi e sulle indagini ambientali, che hanno constatato una situazione in molti casi diversa da quella rappresentata nel progetto definitivo, sono state via via illustrate ad Italferr nel corso delle riunioni tenutesi durante l'iter progettuale, prospettando sempre più soluzioni, al fine di giungere ad una soluzione condivisa.

Rimandando ai paragrafi successivi, per la descrizione dettagliata delle conseguenti varianti progettuali, di seguito si sintetizzano le principali criticità emerse durante lo sviluppo del progetto, riportando anche le eventuali condivisioni intercorse con Italferr e Comune di Palermo:

- In corrispondenza della fermata Libertà solo in data 22/03/2010 è stato possibile riscontrare dimensioni e profondità dei due collettori presenti in via Lazio, il cui spostamento non era compatibile con le ipotesi previste nel P.D. **Sono state illustrate ad Italferr quattro soluzioni alternative e la scelta condivisa, ha comportato delle variazioni alle geometrie della fermata rispetto a quanto ipotizzato nel P.D.**
- In corrispondenza dell'innesto tra la linea esistente (Fermata Giachery) e la nuova linea in progetto (Trincea Ucciardone), per la forte interferenza con la cabina Enel e per la presenza di numerosi cavi elettrici a bassa, media ed alta tensione interrati in prossimità del muro (tra l'altro i cavi AT segnalati nel P.D. avevano un'ubicazione diversa da quella reale), è stata proposta una variante progettuale che prevedeva l'eliminazione del binario a servizio del porto. **Con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001321 del 23/04/2010 è stata comunicata la dismissione del raccordo Porto/Fincantieri e quindi la condivisione della modifica.**
- In corrispondenza dell'incrocio tra via Amari e via Scordia, è stata riscontrata la presenza di un collettore fognario, ad una quota difforme da quella riportata nel P.D.. Tale interferenza ha comportato lo studio di due possibili alternative. Gli elementi tecnici ed economici da sottoporre al Comune di Palermo, affinché operasse una scelta, sono stati consegnati in data 11/03/2010. **Con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001340 del 31/05/2010 è stata comunicata la soluzione progettuale da seguire.**
- In corrispondenza della futura Stazione Politeama, a causa della totale assenza di pozzetti e dell'indisponibilità di dati sul sistema fognario dell'area, non è stato possibile definire la presenza di eventuali collettori. **Durante la riunione con il Comune di Palermo del 26/03/2010, preso atto dell'assenza di informazioni, il Comune ha chiesto di proseguire la progettazione con le informazioni disponibili nel P.D.**
- Il progetto esecutivo consegnato nel settembre 2010, prevedeva, tra gli interventi nella galleria esistente Ranchibile, il completo rinnovo del pietrisco e l'utilizzo di nuove rotaie come proposta di variante migliorativa rispetto all'intervento del PD che considerava la riutilizzazione del pietrisco esistente e delle rotaie. A seguito delle richieste contenute nei rapporti di verifica di Italferr di settembre 2011, è stata modificata la parte a corpo e a misura del CME, eliminando quindi la fornitura di nuovo ballast e lo smaltimento di quello esistente. Tuttavia, l'Appaltatore/Progettista ribadisce che non condivide tale imposizione e richiede una comunicazione formale di RFI, quale proprietario delle aree, che confermi che il ballast andrà tutto riutilizzato.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandatario) 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 6 di 106	

- Dalle indagini del 22/03/2010 eseguite con AMAP, sono stati rilevati dei collettori fognari che da via Crispi si dirigono all'interno del Porto dove la rete fognaria, come anche dichiarato da AMAP e Autorità Portuale, non è individuata ed è di difficile censimento. Pertanto sono stati avviati ed approfonditi i rilievi di tutti i sottoservizi che interessano le aree di sedime della nuova linea ferroviaria lungo via Crispi. In particolare, la campagna di rilievo ha evidenziato la presenza di alcuni importanti collettori, non censiti nel progetto definitivo, che presentano una quota di scorrimento interferente con la livelletta ferroviaria di progetto. Tali collettori sono ubicati in corrispondenza dell'impianto di sollevamento "Ucciardone", ed in corrispondenza della "curva" presente in via Crispi all'incrocio con via Amari. Sono state pertanto sviluppate e consegnate ad Italferr, in data 18/06/2010, 4 soluzioni progettuali complete delle stime economiche. Nella riunione del 16/07/2010 tenutasi presso la sede Italferr di Palermo, Italferr, pur considerando l'approfondimento di rilievo effettuato e verificando che la situazione riscontrata dall'appaltatore fosse diversa da quanto previsto nella documentazione ufficiale dell'AMAP, sollecitava l'Appaltatore ad approfondire ulteriormente le indagini per fugare ogni e qualsiasi dubbio sulla posizione e consistenza dei vari collettori fognari presenti lungo via Crispi/Area Portuale ed interferenti con la linea ferroviaria. Le indagini sono state effettuate ed è stato consegnato ad Italferr, il documento "RS7201EZZRGXX0000001A" che illustrava le motivazioni che hanno imposto una modifica della soluzione progettuale e forniva le valutazioni di ordine tecnico ed economico necessarie a individuare la "Migliore" soluzione tra quelle analizzate e prospettate ad Italferr nelle varie riunioni tenutesi sull'argomento.
- A seguito della riunione tenutasi presso la sede Italferr di Roma nel giorno 07/06/2010, nella quale erano state illustrate le problematiche di risoluzione delle interferenze con i collettori fognari presenti in via Crispi e rappresentata la problematica dello smaltimento delle terre inquinate, sono state richieste ulteriori indagini ambientali. Le risultanze delle indagini complessive svolte, riportate nel documento "RS7201EZZRGIM0000001A", 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 considerarsi come 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".

Pertanto tale problematica è stata anch'essa un elemento caratterizzante della scelta progettuale adottata.
- Per effetto dell'abbassamento della livelletta in maniera diffusa lungo tutta via Crispi e via Amari, si è reso necessario intensificare ed adattare al nuovo contesto, il piano di monitoraggio previsto nel PD. Inoltre la valutazione della permeabilità in grande scala, e della successione stratigrafica di dettaglio, hanno consentito di studiare un'alternativa al sistema di by-pass della falda previsto in PD. La documentazione progettuale è stata trasmessa al Genio Civile, il quale in luglio 2011 ha approvato le modifiche tecniche sulle paratie e sistema di monitoraggio e sulle opere di risoluzione dell'interferenza con la falda.

Infine si segnala che in data 6/4/2011 Italferr ha inviato allo scrivente appaltatore una nota di verifica preliminare del progetto esecutivo presentato nel periodo 09/11/2009 – 25/10/2010 con la quale si richiedevano alcuni chiarimenti in ordine alle scelte progettuali operate, le osservazioni formulate da Italferr erano indicate come scaturite da un'analisi preliminare del progetto e veniva evidenziato che una successiva analisi di dettaglio del progetto avrebbe portato all'emissione di una vera e propria istruttoria. In ottemperanza alle richieste formulate da Italferr nella succitata nota e tenuto conto delle numerose richieste e chiarimenti, discussi nelle riunioni di coordinamento e confronto tenutesi nel periodo Dicembre 2010-Aprile 2011, è stata sviluppata dall'appaltatore una analisi e verifica del progetto presentato che ha consentito di effettuare

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 7 di 106	

alcune ottimizzazioni allo stesso, sia per la parte tecnica che per la conseguente parte economica.

Successivamente, nel periodo Maggio 2011-Agosto 2011 sono pervenuti i rapporti di verifica sulla progettazione esecutiva emessi dalle varie U.O. specialistiche di Italferr e con lettera pervenuta il 22/08/2011, la stessa Italferr diffidava l'Appaltatore/Progettista a recepire tutte le indicazioni, osservazioni e prescrizioni formulate da Italferr S.p.A. sotto il profilo tecnico ed economico in esito alle verifiche espletate sul Progetto Esecutivo consegnato, assegnando un termine perentorio di 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi.

In data 21/11/2011, l'Appaltatore/Progettista consegnava in PDM il progetto esecutivo revisionato, recependo quanto richiesto.

A seguire, con nota IF RS07-1W01_11_0000298, Italferr comunicava che per concludere le attività di verifica di ottemperanza alla diffida impartita, occorreva aggiornare e consegnare in PDM una serie di elaborati correlati alle osservazioni contenute nella stessa nota, assegnando un termine di 5 giorni lavorativi.

Pertanto, rispettando il termine di consegna, sono stati revisionati e consegnati in PDM, gli elaborati segnalati nella nota IF RS07-1W01_11_0000298, arrivando quindi alla revisione ultima del progetto.

Nel seguito viene analizzato il P.D. e richiamato l'esito dell'iter approvativo. Successivamente vengono illustrati gli studi e le indagini sviluppati per il P.E., le caratteristiche progettuali della nuova linea, unitamente ad un confronto con gli elementi del P.D.. Una verifica dettagliata delle modifiche e varianti apportate con il P.E. Infine viene presentato sinteticamente il cronoprogramma ed il quadro economico dei lavori.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 8 di 106	

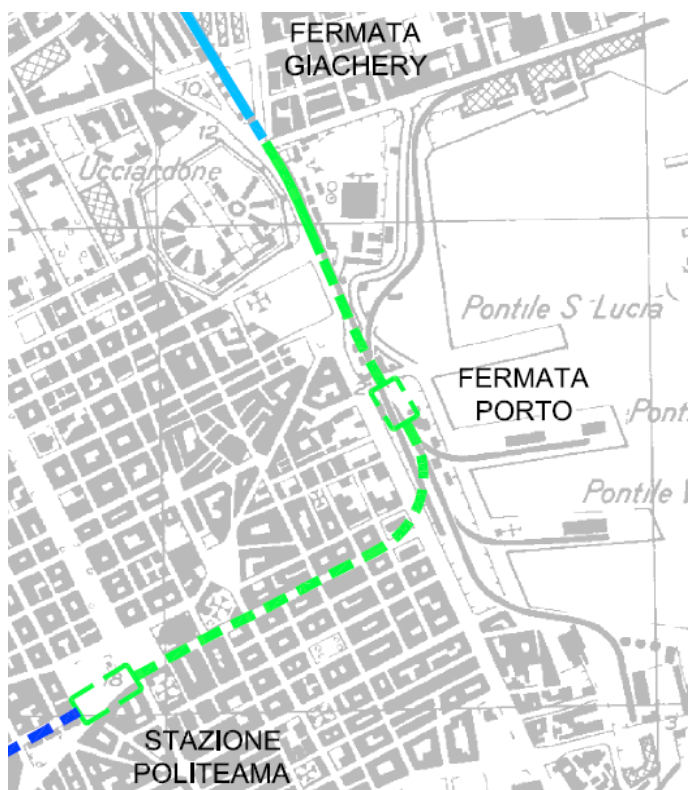
2. AMBITO TERRITORIALE

Il tracciato ferroviario in progetto presenta uno sviluppo complessivo pari a 1637 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.

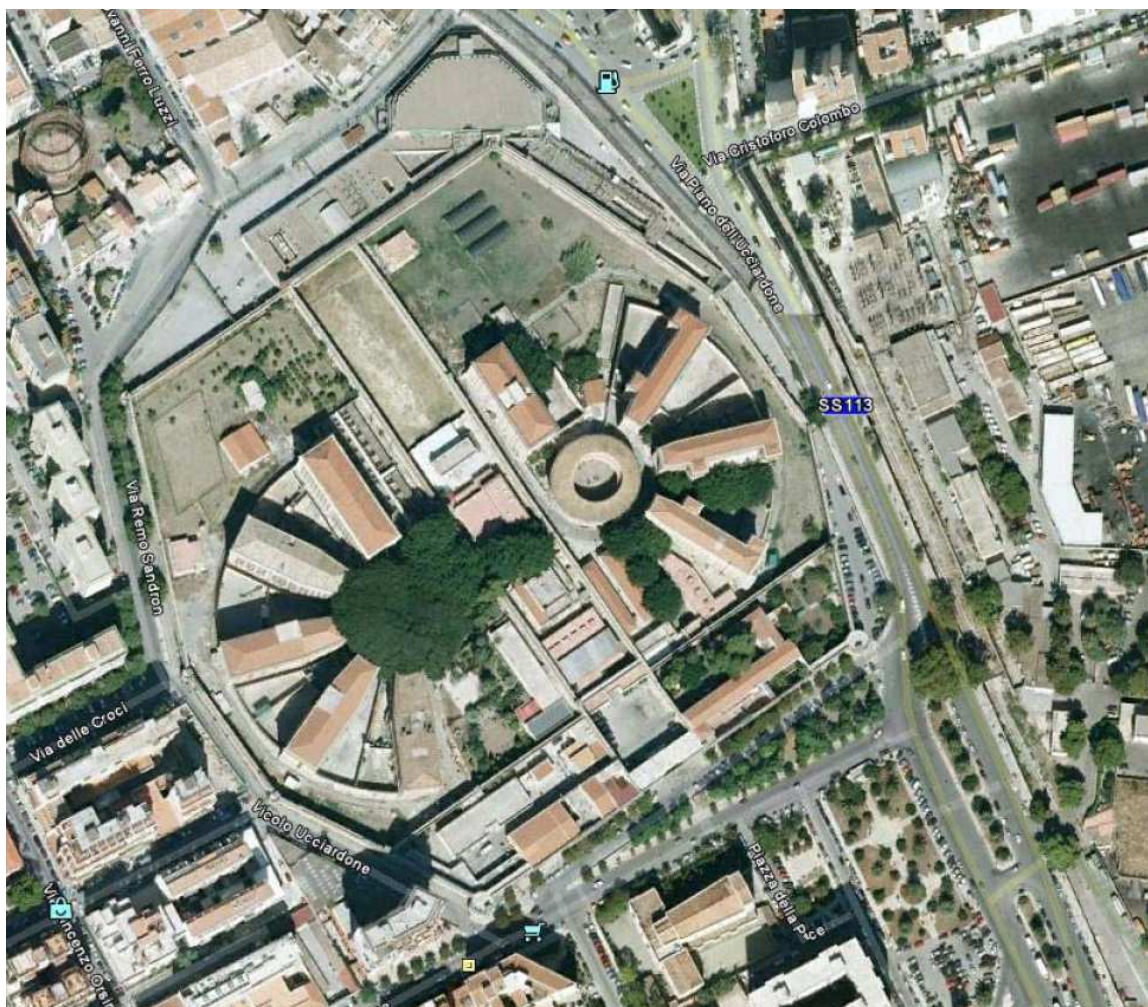
Il progetto prevede, a parziale completamento dell'anello ferroviario in parte già esistente (Palermo Centrale-Notarbartolo-Giachery), la realizzazione della linea ferroviaria in galleria, dalla esistente Fermata Giachery fino alla Stazione Politeama.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 9 di 106	

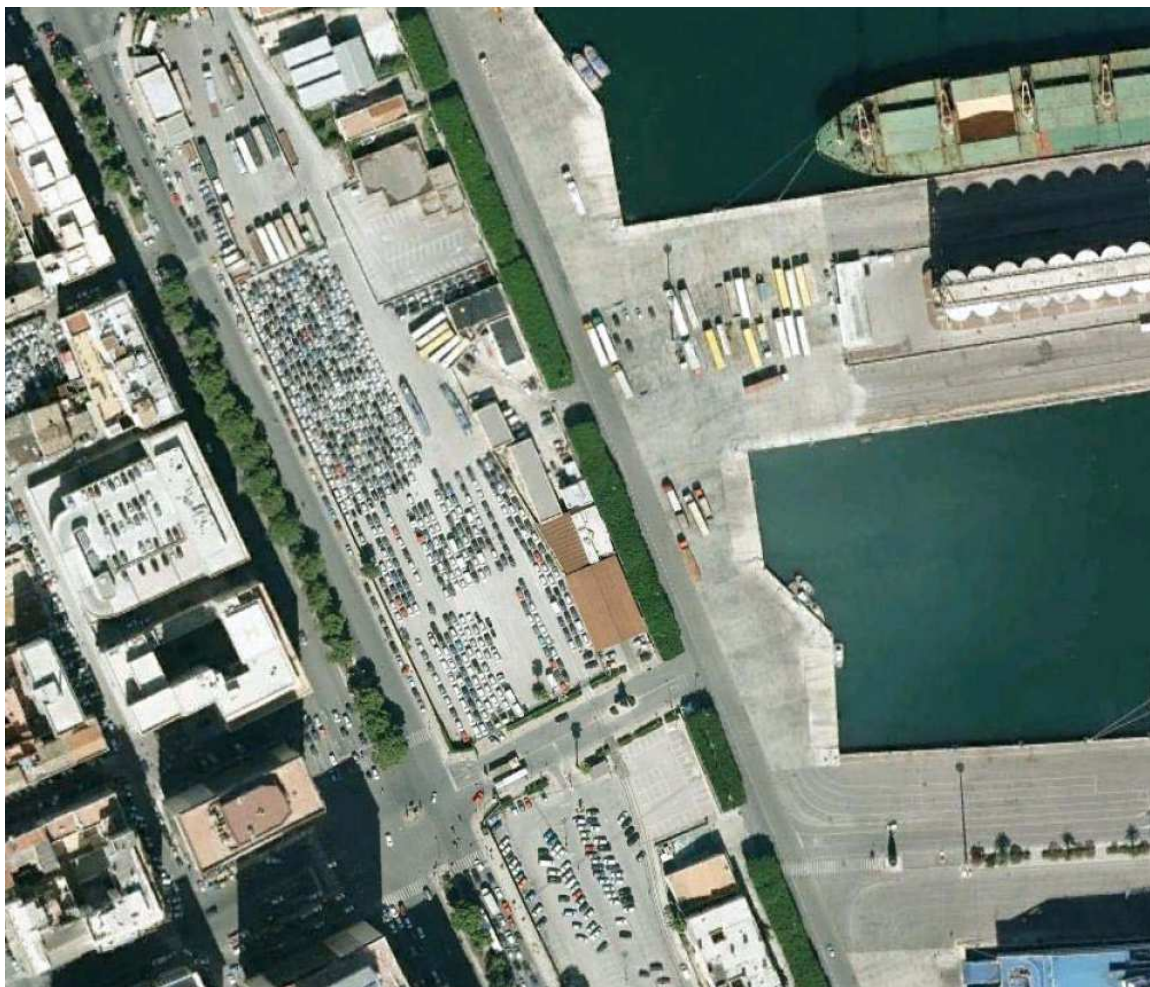


Da questo punto, la linea si sviluppa all'interno dell'area portuale, in trincea per 193,48 m (TR01 - Trincea Ucciardone), con andamento sub-parallelo a via Francesco Crispi fino al km 3+814,48, quindi in galleria artificiale a semplice binario (GA01 - Galleria Artificiale Crispi) per 354,39 m, fino 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 10 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 11 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 12 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 14 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 paleovalveo 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) 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 15 di 106	

3. IL PROGETTO DEFINITIVO

3.1 ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA

In data 19 ottobre 2004, indetta dal Sig. Sindaco in qualità di Commissario di Governo con nota prot. n. 375/CT del 11/10/2004 dell'Ufficio Emergenza Traffico, si è tenuta la riunione definitiva della Conferenza di Servizi convocata allo scopo di riapprovare il progetto definitivo, per le variazioni apportate rispetto all'edizione già precedentemente approvata nel corso della C.d.S. del 21.11.2003.

Nel corso della predetta riunione di Conferenza di Servizi si è ottenuta l'approvazione del progetto definitivo anche se si sono registrate alcune assenze ed alcune prescrizioni. In particolare il Comando Provinciale 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 fermata Politeama, le strutture di innesto per un tunnel di collegamento pedonale con tapis roulant a servizio del "Palazzo di Giustizia" da sviluppare nel contesto della progettazione definitiva della 2ª Fase funzionale di cui è stata richiesta la conferma dell'inserimento nel quadro finanziario. Inoltre il Rappresentante del Settore VIA dell'Assessorato Territorio ed Ambiente della Regione Siciliana ha dichiarato il parere positivo ai fini ambientali anche se l'ufficio ha in corso la stesura formale. Il delegato del Sindaco ha sottolineato che, ai sensi dell'art. 1 comma 4 dell'O.P.C.M n. 3342 del 05.03.2004, i pareri non ancora resi dai presenti saranno considerati acquisiti positivamente entro il termine di trenta giorni dalla data della riunione (19.X.2004), mentre per gli assenti tale termine decorrerà dalla data di ricezione del relativo verbale di riunione.

Nei termini è stato rilasciato il benestare del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco sulla soluzione modificata per l'inserimento del richiesto secondo percorso di sfollamento alla fermata Porto.

3.2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO DEFINITIVO

Si descrivono nel seguito il tracciato e le opere principali previste nel P.D. per la realizzazione dell'intervento. Nei successivi paragrafi, vengono analizzati, con maggior dettaglio, le principali opere civili ed impiantistiche evidenziandone gli aspetti tecnici e problematiche realizzative.

Il progetto di chiusura dell'anello ferroviario in sotterraneo della metroferrovia di Palermo prevede la realizzazione di gallerie di continuità con il tracciato esistente e la realizzazione di alcune fermate e stazioni, oltre opere accessorie annesse e impianti.

Il tratto attualmente esistente prevede l'esercizio dalla stazione di Notarbartolo a quella di Giachery, il progetto completa la chiusura dell'anello ferroviario da Giachery a Notarbartolo e un esercizio monodirezionale. E' prevista la realizzazione di una nuova fermata Libertà nel tratto esistente con demolizione della galleria attuale, una nuova fermata Porto e una stazione Politeama.

La lunghezza complessiva dell'intervento di linea è pari a 1+618.06m

In particolare le opere previste nel progetto definitivo sono:

- ✓ Fermata Libertà in galleria artificiale a singolo binario in corrispondenza della galleria esistente Ranchibile;
- ✓ Trincea dell'Ucciardone, in adiacenza a via Crispi;
- ✓ Galleria artificiale Crispi a singolo binario, in adiacenza alla omonima via;
- ✓ Fermata Porto in galleria artificiale a singolo binario, compreso il sottopasso pedonale ubicato all'intersezione tra via Crispi e via Amari e il secondo percorso di sfollamento richiesto dai Vigili del Fuoco;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 16 di 106	

- ✓ Galleria artificiale Crispi/Amari a singolo binario, ubicata lungo via E. Amari;
- ✓ Realizzazione opere sistema by-pass della falda a cavallo della galleria Crispi, della fermata Porto e della galleria Crispi-Amari;
- ✓ Stazione Politeama in sotterraneo ubicata tra P.zza Castelnuovo e P.zza Ruggero Settimo, compreso le opere di predisposizione per la realizzazione del tunnel di collegamento pedonale a servizio del Palazzo di Giustizia da realizzarsi però nella seconda fase;
- ✓ Locali di stazione/fermata in galleria artificiale, completi di impianti tecnologici, impianti LFM, impianti antincendio, impianti security, ascensori e scale mobili;
- ✓ Opere di monitoraggio, presidio degli scavi e consolidamento edifici.
- ✓ Spostamento reti sottoservizi c/o coordinamento logistico con i rispettivi Enti proprietari;
- ✓ Bonifica da ordigni esplosivi;
- ✓ Armamento tradizionale in linea ed in stazione con posa di materassino antivibrante in materiale elastomerico in corrispondenza della galleria Ranchibile dal km 1+386 al km 1+480,50 e della galleria Crispi/Amari dal km 4+400 a km 5+258;
- ✓ Elettificazione dei nuovi binari in linea e in stazione/fermata, nonché modifiche all'impianto di elettificazione della stazione Fiera;
- ✓ Adeguamento impianto ACEI di Palermo Notarbartolo, realizzazione nuovo impianto ACEI per l'esistente stazione di Sampolo e per la nuova stazione Politeama
- ✓ Sistema di distanziamento del tipo conta assi;
- ✓ Adeguamento ed integrazione degli impianti di telefonia e cavi esistenti;
- ✓ Realizzazione impianti di telecomunicazioni;
- ✓ Modifiche e adeguamenti degli impianti tecnologici (armamento, impianti di sicurezza, trazione elettrica, telecomunicazioni e LFM) connessi al mantenimento dell'esercizio ferroviario nella tratta da Palermo Notarbartolo fino a Giachery;
- ✓ Interventi di mitigazione del rumore;
- ✓ Indagini preliminari per il rischio archeologico e controllo in corso d'opera con operatore archeologo;
- ✓ Sistemazioni viarie;
- ✓ Realizzazione degli impianti per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie, comprendenti; impianti idrici antincendio (idranti UNI 45) alimentati dalle centrali di pompaggio ubicate in corrispondenza delle Fermate/Stazioni, impianti di alimentazione elettrica e impianti di illuminazione, impianti di diffusione sonora di emergenza, impianti cavi di telecomunicazione e di energia, sistema di supervisione degli impianti connessi con la sicurezza nelle gallerie.

Armamento

Alla luce di quanto emerso nello Studio di Impatto Ambientale circa l'estensione planimetrica lungo la quale l'impatto vibrazionale può ritenersi critico ed in considerazione dell'estensione degli interventi di armamento concordati con il Referente di Progetto si è individuata una configurazione tipologica di presidio mitigativo, consistente nell'interposizione 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 17 di 106	

galleria tra il ballast ed il piano di piattaforma di un materassino antivibrante in materiale.

Le estese di binario lungo le quali si ritiene opportuno posare tale tappetino sono:

- lungo tutta l'estesa dell'esistente Galleria Ranchibile dal km 1+386 al km 1+480,50;
- lungo la tratta in galleria di nuova costruzione dal km 4+400 a km 5+258.

Tale presidio, già adottato in altre applicazioni in ambito RFI, garantisce un buon grado di protezione nelle situazioni in cui si ha un medio impatto vibrazionale. Non rientra, però, tra gli attuali standard RFI e, pertanto, il suo impiego dovrà essere formalmente assentito dal Referente di Progetto e dalla Direzione Tecnica di RFI. Resta inteso che nelle successive fasi progettuali sarà necessario svolgere una più approfondita indagine al fine di determinare gli esatti livelli vibrazionali indotti dal traffico ferroviario e la tipologia più idonea di presidio mitigativo delle vibrazioni.

I materiali da impiegare, nelle tratte in cui non si adatteranno interventi di mitigazione delle vibrazioni a carico del binario, saranno conformi alle Linee Guida ed alle Specifiche RFI e per essi non si prospettano esigenze di omologazione. L'Armamento, sarà costituito da materiali standard RFI ed in particolare i suoi componenti elementari saranno:

- rotaie tipo 60 UIC;
- traverse in c.a.p. tipo RFI 240 da 2,40 m, nei tratti di linea in rettilineo e nelle curve di raggio maggiore di 275m, e relativi attacchi;
- traverse in c.a.p. tipo FSV35P da 2,30 m, nella tratta binario di collegamento al Porto, e relativi attacchi;
- traverse di legno da 2,30 m, nei tratti di linea con curve di raggio inferiore a 275m, e relativi attacchi;
- massicciata costituita da pietrisco tenace di 1a categoria avente per geometria della sezione quella prevista dalle sezioni tipo del binario;
- scambi a punta fissa; per deviate a 60 km/h, soluzione standard per deviate a 30 km/h;
- giunzioni isolanti incollate del tipo 60 UNI da 3.78m per tratte in retta o in curva con raggio fino a 1000, oppure da 6.00m per tratte in curva con raggio inferiore a 1000m;
- apparecchi di fine corsa del tipo 1 in testa ai binari tronchi di stazionamento della Stazione Politeama, termine del 1° lotto funzionale.

Geologia, geomorfologia e idrogeologia

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 da pochi metri a diverse decine di metri un substrato costituito da argilliti, argille marnose e quarzareniti appartenenti alla formazione del Flysch Numidico, di età Oligocene - Miocene.

Il tracciato in esame attraversa un territorio densamente urbanizzato, caratterizzato dalla presenza sia di realtà abitative che di edifici pubblici anche storici, in un contesto cittadino di grande pregio. In tale quadro le usuali valutazioni sulle condizioni geologiche del territorio e sulle caratteristiche dei terreni e le conseguenti elaborazioni progettuali sono state adeguate alla particolarità del contesto in cui si prevede di inserire l'opera, tenendo conto della vicinanza o della contiguità delle strutture esistenti con le opere di progetto.

Nei tratti dove si ha maggiore interferenza tra le opere in progetto e le strutture esistenti l'assenza di significative problematiche di ordine geomorfologico e la presenza di terreni dotati di buone caratteristiche geolitologiche e tecniche sono state considerate con riferimento alla particolarità della situazione progettuale esistente.

Dal punto di vista geomorfologico le problematiche maggiori sono dovute alla presenza di cavità in sottosuolo soprattutto 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 18 di 106	

origine antropica, oltre alle aree ad elevata urbanizzazione. Per quanto riguarda la presenza di cavità lungo il percorso, le indagini specificatamente eseguite non hanno evidenziato cavità direttamente interferenti con il tracciato di progetto; il tratto maggiormente a rischio resta comunque quello indicato nella carta di pericolosità geologica, cioè il tratto di linea sottostante la Via Lazio, caratterizzato dalla possibile presenza frequente di antiche cave e cavità di vario tipo.

Dal punto di vista della struttura idrogeologica, lungo tutto il tracciato la falda è presente a profondità interessate dalle opere in progetto, creando pertanto una situazione di interferenza di cui occorre tenere conto. La maggiore interferenza si ha nel tratto prospiciente il mare tra la Stazione Giachery e l'inizio della Via E. Amari, dove le opere previste provocano un significativo effetto di sbarramento al libero deflusso della falda. Tale interferenza dovrà essere risolta mediante la previsione di adeguate opere atte a garantire il regolare smaltimento delle acque sotterranee provenienti da monte.

Opere d'arte

Le opere d'arte maggiori sono:

- **Strutture Fermata Libertà (FV01)** in Galleria artificiale a singolo binario (GA11) dal km 1+386 al km 1+480,50. Sono compresi nell'intervento lo scavo e la demolizione della galleria esistente a singolo binario Ranchibile, lo scavo della rampa di accesso al cantiere sotterraneo e di parte dei locali di fermata, la realizzazione di interventi di consolidamento nella Galleria Ranchibile e di opere strutturali di fermata (ved. Fermata Libertà (GA11).
- **Galleria artificiale Crispi a singolo binario (GA01)** dal km 3+840 al km 4+170 ed opere connesse alla risoluzione dell'interferenza con la falda. Sono compresi nell'intervento la realizzazione della viabilità alternativa per l'Ente Porto ed Enel e la demolizione di n. 3 edifici interferenti (ved. G.a. Crispi a singolo binario (GA01).
- **Strutture Fermata Porto (FV02)** in Galleria artificiale a singolo binario (GA12) dal km 4+170 al km 4+260 ed opere connesse alla risoluzione dell'interferenza con la falda. È compresa nell'intervento la costruzione di un sottopasso pedonale e delle opere strutturali di fermata (ved. Fermata Porto (GA12).
- **Galleria artificiale a singolo binario (GA02)** Crispi/Amari dal km 4+260 al km 5+000 ed opere connesse alla risoluzione dell'interferenza con la falda. Sono compresi nell'intervento lo scavo della rampa di accesso al cantiere e la realizzazione di una stazione di sollevamento.
- **Strutture Stazione Politeama (FV03)** in Galleria artificiale a doppio binario (GA13) dal km 5+000 al km 5+258. Sono compresi nell'intervento lo scavo della rampa di accesso al cantiere sotterraneo e la realizzazione delle opere strutturali di fermata.

L'esecuzione dei lavori di scavo è prevista con la tecnica del "cut and cover", realizzando in una prima fase i diaframmi con idrofresa 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 con spritz-beton, 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. di spessore 40 centimetri alla quale viene affidata la tenuta idraulica.

La realizzazione delle opere comporta le seguenti principali lavorazioni: opere di presidio degli edifici, risoluzione dei sottoservizi interferenti, realizzazione viabilità alternativa, consolidamenti e realizzazione paratie di sostegno, demolizione opere provvisorie, ritombamenti e ripristino delle opere relative alla sovrastruttura viaria.

- **Trincea dell'Ucciardone (TR01) dal km 3+621 al km 3+840.** La realizzazione della trincea comporta le seguenti principali lavorazioni: demolizione muri esistenti e realizzazione opere provvisorie, consolidamenti e realizzazione paratie tirantate, demolizione opere interferenti, demolizione del binario di servizio al Porto per il tratto interferente, movimenti di terra, scotico superficiale dei piani di posa, sistemazioni idrauliche minori, realizzazione strutture e opere minori di corredo sede, ripristino delle opere relative alla sovrastruttura viaria, nuova viabilità di accesso al

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 19 di 106	

porto, risoluzione dell'interferenza con la falda, risoluzione dei sottoservizi interferenti, realizzazione stazione di sollevamento (ved. Trincea dell'Ucciardone - Relazione descrittiva cod. RS1L 01 D11 RO TR010X 001 B).

Le opere in progetto, per la tipologia costruttiva, nonché per l'ubicazione in sotterraneo e in stretta adiacenza a preesistenze, comportano l'analisi prioritaria di due problemi progettuali, quali la valutazione degli effetti della realizzazione delle opere sugli edifici adiacenti e la valutazione dell'interferenza delle opere con la falda.

Stazioni e fermate

Nell'ambito della linea, il progetto prevede la realizzazione di una nuova fermata sulla tratta attuale, denominata "Libertà" e due fermate/stazioni sulla tratta di futura realizzazione denominate "Porto" e "Politeama".

La fermata Libertà è situata lungo l'asse stradale di viale Lazio e si inserisce nell'esistente tratta interrata che attualmente collega la stazione di Notarbartolo alla fermata Imperatore Federico dal km 1+386 al km 1+480.50.

La fermata, di tipo interrato, a semplice binario e a singola banchina, verrà realizzata al di sotto della sede stradale in galleria artificiale. Gli sbarchi dei nuclei di accesso saranno posti nell'angolo tra viale Lazio e via Sicilia. La fermata è organizzata su 3 livelli: piano campagna, piano mezzanino e piano banchina.

Sono previsti percorsi tattili per garantire ai disabili visivi una facile accessibilità e fruizione dell'infrastruttura, attraverso la scala fissa e l'ascensore.

La fermata Porto è situata lungo l'asse di via Crispi in adiacenza all'area del porto marittimo e si inserisce nella nuova tratta che prolungherà l'attuale linea dalla fermata Giachery dal km 4+170 al km 4+260.

La fermata, di tipo interrato, a semplice binario e a singola banchina, verrà realizzata al di sotto del piano campagna in galleria artificiale. 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 varchi appositamente realizzati si può accedere all'area del porto. Al fine di favorire l'interscambio passeggeri tra le due modalità di trasporto è prevista la realizzazione di un percorso pedonale coperto che collega l'ingresso alla fermata fino all'entrata principale del Porto (in asse con Via Amari). Da questa entrata si prevede la realizzazione di un collegamento pedonale all'area urbana di via Amari, mediante un sottopasso (di lunghezza pari a circa 53 m) sotto via Crispi servito da scala fissa e ascensore. La fermata è organizzata su due livelli: piano campagna e piano banchine.

Al piano campagna sono ubicati i nuclei di accesso verticale, caratterizzati dai volumi del corpo ascensore e della pensilina di copertura delle scale fisse, e gli sbarchi delle uscite di sicurezza; sul piano stradale, all'interno dell'area portuale, sono presenti le griglie dell'impianto di ventilazione/estrazione fumi.

In sede di Conferenza di Servizi i Vigili del Fuoco hanno prescritto l'inserimento di una ulteriore scala fissa di larghezza pari ad 1,80m; a tal fine si è provveduto a produrre un elaborato integrativo (ved. Fermata Porto (FV02).

La stazione Politeama è situata tra P.zza Castelnuovo e P.zza Ruggero Settimo ed insiste sulla nuova tratta di completamento della Metroferrovia dal km 5+000 al km 5+258.

La piazza è situata nel centro della città. La presenza di edifici e monumenti di notevole importanza storica ne accentuano il ruolo di nodo all'interno del tessuto urbano. L'area della piazza è occupata da una vasta zona pedonale. Lo spazio è qualificato da aree di sosta, in parte attrezzate a verde, e da una serie di spazi funzionali di servizio, quali le fermate del servizio di trasporto pubblico su gomma ed un'area di parcheggio per i taxi e per i ciclomotori.

La stazione, di tipo interrato a doppio binario con banchina centrale a isola, prevede gli sbarchi dei nuclei di accesso saranno lungo il marciapiede di via della Libertà e di Piazza Castelnuovo (lato Via XX Settembre). La stazione è organizzata su tre livelli: piano campagna, piano mezzanino e piano banchine.

Al piano campagna sono ubicati i nuclei di accesso verticale, al piano mezzanino sono ubicati locali tecnici, al piano banchina è ubicato il marciapiede ad isola per l'imbarco/sbarco dei passeggeri dai convogli.

L'interferenza con i fabbricati

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 20 di 106	

Le opere in sotterraneo previste in progetto sono generalmente costituite da gallerie artificiali ricavate mediante la esecuzione di paratie di diaframmi puntonate con i solettoni di copertura e di fondo (metodo cut and cover).

Tale tecnologia consente la realizzazione dello scavo solo dopo la realizzazione di un'opera di contenimento ad elevata rigidità, ed offre, pertanto, migliori garanzie per la conservazione dell'integrità delle vicine preesistenze. Nonostante tali opere realizzino strutture di elevata rigidità flessionale e nonostante vengano eseguite adottando metodologie operative che riducono al minimo il disturbo nelle zone di terreno circostanti, presentano comunque una deformabilità trasversale non nulla.

La deformazione orizzontale delle paratie può produrre un rilassamento nel terreno a ridosso delle stesse ed un conseguente cedimento verticale della superficie del piano campagna.

Nel progetto definitivo, al fine di evitare possibili cedimenti superficiali in corrispondenza degli edifici in seguito alla realizzazione dei diaframmi, erano previsti interventi di presidio dei fabbricati, individuando tre tipologie:

- realizzazione di berlinesi di micropali "a cavalletto" (tipologia 1): tale tipologia consiste nella formazione, fra gli edifici ed i pannelli di diaframma (opera ferroviaria), di micropali disposti a cavalletto, con l'alternanza di un elemento verticale (con funzione di sostegno) e di un elemento inclinato verso le fondazioni degli edifici, con funzione di tirante passivo. I micropali lavoreranno insieme grazie ad un cordolo di testata in c.a. ed alte staffe saldate in testa;
- realizzazione di schermi di iniezioni cementizie (tipologia 2): tale tipologia consiste nella formazione di uno schermo costituito da alcune file di iniezioni di miscele cementizie, da eseguire fra gli edifici e le future paratie (schermo che si prevede realizzato con l'impiego di canne valvolate subverticali);
- realizzazione di entrambi gli interventi (tipologia 3).

Ad ulteriore salvaguardia degli edifici adiacenti le opere erano previste le seguenti attività, propedeutiche e/o contemporanee alla realizzazione:

- l'esame dei fabbricati che ricadono nell'area di influenza degli scavi medesimi (a tal fine sono state elaborate per ogni edificio interferito dai lavori di realizzazione della metroferrovia schede tecniche di catalogazione e diagnosi geotecnico/statica);
- la previsione del monitoraggio preventivo geotecnico/statico degli edifici che ricadono nell'area di influenza degli scavi.

L'interferenza con la falda

Per l'interferenza fra i manufatti interrati e la falda nel tratto di linea compreso fra la GA Crispi e la Stazione Politeama, in cui le opere interrate sono costituite da gallerie artificiali, il P.D. prevedeva coppie di pozzi drenanti, ubicati a cavallo delle gallerie artificiali GA01, GA12 e GA02, nel tratto compreso tra le progressive chilometriche 3+840-4+480 circa (sezioni progetto 12-26). I pozzi, disposti secondo un interasse longitudinale di 40 metri circa, sono dotati di una serie di dreni orizzontali disposti a raggiera su più livelli, che assolvono la funzione di richiamare (pozzo a monte) o rilasciare (pozzo a valle) le acque di falda. Il collegamento trasversale tra i due pozzi di una singola coppia è realizzato con 4 tubi $\phi 80$ in PVC rigido e antiurto, posti a quota più bassa del manufatto ferroviario, pertanto la profondità dei pozzi varia tra 16.5 e 20.5 metri, in funzione della lunghezza dei diaframmi che realizzano la galleria artificiale.

I pozzi drenanti, di diametro interno netto pari a 1.8 metri, vengono realizzati tramite una coronella di jet-grouting armata con micropali di 127 millimetri di diametro posti ad interasse 0.6. Il rivestimento definito per i pozzi è costituito da una lamiera ondulata di acciaio zincato.

L'interferenza con i sottoservizi

Nell'ambito della redazione del progetto definitivo è stata svolta una attività di indagine mirata al rilievo dei sottoservizi interferenti con la linea ferroviaria di progetto. Le attività svolte hanno riguardato sopralluoghi lungo l'intera tratta per il

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 21 di 106	

censimento delle opere interferenti, la ricerca della documentazione esistente presso Uffici Tecnici, Enti e Aziende che gestiscono i servizi e la redazione di apposite schede riassuntive delle indagini.

Per la risoluzione dei sottoservizi interferenti lungo il tracciato si distinguono due fasi:

- 1° fase: la linea attuale viene progressivamente smantellata; contestualmente viene realizzata, in accordo con l'ente gestore del servizio, una linea provvisoria che consente la fruizione del servizio alle utenze;
- 2° fase: realizzazione di una nuova linea di caratteristiche pari a quella esistente.

Cantierizzazione

Nel P.D. è stato previsto un piano di cantierizzazione che prevedeva 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 di volta in volta. A tale scopo erano state individuate delle macroaree comprendenti lavorazioni di opere differenti tra loro ma da eseguire nello stesso periodo temporale. Nel dettaglio sono state individuate le seguenti macroaree:

- Macroarea Libertà: racchiude un tratto di 95m circa interessante viale Lazio, via Sicilia e via Isonzo, con le lavorazioni riguardanti la nuova Fermata Libertà (FV01/GA11);
- Macroarea Porto: racchiude il tratto compreso tra la trincea dell'Ucciardone (TR01) e via Crispi, con la galleria Crispi a singolo binario (GA01), parte della galleria Crispi/Amari a singolo binario (GA02) e la Fermata Porto (FV02/GA12);
- Macroarea Amari: racchiude il tratto compreso tra via Crispi e poco oltre via La Lumia, tutto ricadente all'interno della galleria Crispi/Amari a singolo binario. (GA02);
- Macroarea Politeama: racchiude il tratto compreso tra poco oltre via La Lumia e via XX Settembre, in pratica la Stazione Politeama (FV03/GA13).

Impianti e segnalamento

Nell'ambito degli impianti, il P.D. prevede:

- Modifica all'impianto T.E. della stazione Fiera, attualmente in esercizio. Nel binario di corsa delle stazioni di Fiera, Politeama ed in piena linea, la linea di contatto sarà costituita da una conduttura in rame avente sezione complessiva di 320 mm² con corda portante fissa, mentre nelle comunicazioni e binari di precedenza sarà costituita da una conduttura da 220 mm² di sezione, anch'essa con fune portante.
- Interventi relativi agli impianti di sicurezza e segnalamento con adeguamento impianto ACEI della stazione di Notarbartolo, per recepire l'esercizio della metroferrovia; impianto ACEI del tipo V401 della stazione di Sampolo (stazione già esistente che comprende l'impianto di Fiera, con due binari e un marciapiede a servizio dei viaggiatori); impianto ACEI del tipo V407 per la nuova stazione Politeama (stazione di testa interrata, con due binari e un marciapiede a servizio dei viaggiatori). Inoltre tutte le fermate ricadenti sulla linea verranno attrezzate per essere gestite sotto SCC. La linea si svilupperà su binario singolo con sistema di distanziamento del tipo conta assi.
- Sono state individuate delle predisposizioni di sicurezza sia per i tratti in galleria sia per le fermate/stazioni interrate, prendendo come riferimento il documento "Linee Guida per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie", redatto dal Gruppo di Lavoro Misto F.S. - C.N.VV.F. (D.M. 03/96 Fascicolo 4101). Per l'intervento in oggetto, nonostante le gallerie previste dal tracciato abbiano tutte una lunghezza inferiore a 5000m, considerando il tipo di traffico previsto e l'ambito urbano, per analogia a quanto previsto nel tratto urbano del Nodo di Palermo, si è ritenuto opportuno attrezzare le infrastrutture ferroviarie con l'impiantistica di sicurezza prevista dalle suddette Linee Guida. Per quanto attiene la sicurezza delle fermate e stazioni, si è tenuto conto delle norme internazionali NFPA 130 National Fire Protection Association - Standard for Fixed Guideway Transit System - 2000 Edition (NFPA 130). Inoltre, per quanto attiene l'architettura di sicurezza delle fermate/stazioni interrate (dimensionamento, ubicazione delle vie di esodo, ecc.), si è fatto riferimento al Decreto Ministeriale del Ministero dei Trasporti 11

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 22 di 106	

gennaio 1988 - Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane (DM 11/01/1988).E' prevista la realizzazione di un Sistema di supervisione che dovrà comandare, diagnosticare e controllare tutti gli impianti realizzati per l'adeguamento alle Norme sulla sicurezza delle Gallerie "Ranchibile" e "Crispi-Amari" e la Supervisione delle fermate/stazioni. La postazione di Supervisione di Notarbartolo, già prevista per il progetto di raddoppio del passante ferroviario, sarà utilizzata anche per la gestione della Metroferrovia, previa implementazione del software e dell'hardware necessario.

- Per l'adeguamento tecnologico TLC della tratta Notarbartolo - Giachery – Politeama, il P.D. ha previsto la realizzazione di una rete di sistemi di telecomunicazioni, in analogia, per quanto possibile, con impianti simili in corso di realizzazione in ambito FS. Gli interventi di telecomunicazione che si prevede di realizzare sono i seguenti:
 - Impianti cavi principali a 16 fibre ottiche a 34 coppie in rame;
 - Rete cavi secondari (telefonici e diffusione sonora);
 - Sistema PCM/SDH;
 - Sistemi telefonici selettivi integrati (STSI);
 - Radiopropagazione nelle gallerie;
 - Sistema radio terra - treno tramite rete radiomobile GSM-R a 900 MHz a standard UIC/FS (ove non è già realizzato nell'ambito di altri interventi);
 - Sistema di Informazione al Pubblico tramite diffusione sonora nelle Stazioni e Fermate interessate;
 - Interfacciamento, per quanto possibile, con gli esistenti sistemi TLC;
 - Alimentazioni impianti.
- Nei locali tecnici sono ubicati la Cabina MT/BT, la sala Quadri ed Apparecchiature per l'alimentazione di tutti gli impianti elettrici, il locale Gruppo Elettrogeno (GE), il locale per l'alloggio dei gruppi di Condizionamento (CTZ), i locali dedicati per alloggiare tutte le apparecchiature per la ventilazione, i gruppi di pompaggio per l'antincendio nonché, nel caso di stazioni, gli ambienti necessari per alloggiare funzioni ed impianti specifici (Apparati di sicurezza, Dirigente Movimento, Servizi, etc.).
- Gli impianti meccanici previsti nel P.D. sono:
 - Impianti idrici e antincendio in galleria e stazione;
 - Impianti HVC a servizio degli ambienti che costituiscono le fermate/stazioni);
 - Impianti ascensori nelle fermate e stazioni e scale mobili nella stazione Politeama;
 - Impianti security nelle stazioni e fermate, costituiti da impianto di videosorveglianza a circuito chiuso (TVCC), per il controllo di banchine ed accessi e impianto di controllo accessi ed antintrusione Radiopropagazione nelle gallerie;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 23 di 106	

3.3 ANALISI E CRITICITÀ DEL P.D.

Nella fase iniziale di avvio della progettazione esecutiva, sono state esaminate, in dettaglio, le caratteristiche tecniche del tracciato e le principali opere previste nel P.D. per la realizzazione dell'intervento. Sono state esaminate le fasi e modalità realizzative dell'opera con riferimento allo stato dei luoghi ed al contesto urbano attraversato dalla linea. Specificamente sono state analizzate le soluzioni per la realizzazione delle trincee aperte e delle gallerie artificiali ed infine le stazioni ed impianti tecnici previsti lungo la linea.

L'analisi è stata sviluppata partendo dalla documentazione del P.D. e tenendo conto delle successive indagini, approfondimenti e studi svolti per il P.E..

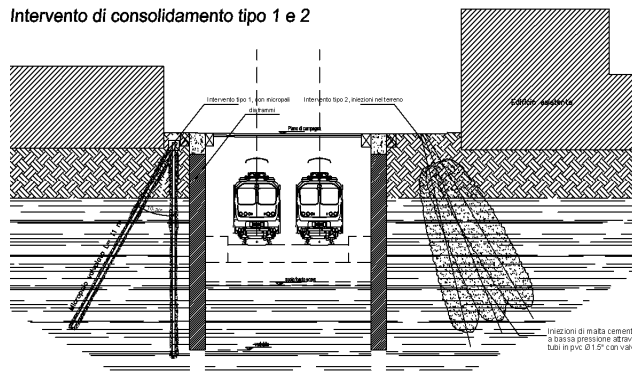
Si evidenzia che i nuovi rilievi celerimetrici, gli approfondimenti mediante sopralluoghi, il censimento degli edifici, il rilievo delle interferenze e lo sviluppo delle indagini geognostiche ed ambientali, hanno consentito di analizzare e definire nel dettaglio lo stato dei luoghi e le condizioni realizzative delle opere. Si evidenziano, specificamente, i seguenti aspetti che hanno comportato criticità nel trasferimento ed adattamento delle previsioni del P.D. all'effettivo stato dei luoghi, e conseguentemente nella realizzazione delle opere:

- ✓ Il P.D. è stato sviluppato sulla base di rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:2.000 che ha consentito una definizione plano-altimetrica sufficientemente precisa del tracciato della linea e delle aree adiacenti la linea. Il rilievo celerimetrico sviluppato nell'ambito del P.E. ha evidenziato situazioni di dettaglio riguardanti le interferenze puntuali con gli edifici e relative pertinenze e con le reti urbane diffusamente presenti. E' stato inoltre condotto un approfondimento del censimento degli edifici acquisendo i dati rilevabili sulle dimensioni, tipologia strutturale e pertinenze; si evidenzia che la cartografia di base utilizzata nel progetto definitivo è stata prodotta con metodo aerofotogrammetrico e risulta pertanto, come ben noto, che la stessa è soggetta al modulo di deformazione lineare. Tale evenienza ha comportato che in fase di progetto esecutivo il posizionamento dell'asse di progetto sul nuovo rilievo celerimetrico avente coordinate rettilinee non è potuto avvenire mediante semplice rototraslazione rigida ma si è dovuto procedere anche mediante una modifica degli allineamenti. Conseguentemente si è avuta una leggera modifica dell'ampiezza delle curve circolari e relativi raccordi parabolici. Inoltre è stato riscontrata una diversa quota del piano ferro alla progressiva di attacco della linea di nuova realizzazione.
- ✓ Per quanto riguarda lo sviluppo delle opere d'arte principale (GA e FV) sono state rilevate situazioni particolarmente critiche per la realizzazione dei diaframmi lungo l'intero sviluppo della galleria. I risultati ottenuti con la campagna di indagini geognostiche integrativa sviluppata con il P.E. hanno inoltre evidenziato alcuni aspetti critici anche per quanto riguarda le condizioni geognostiche. In particolare le criticità connesse alla realizzazione dei diaframmi nelle immediate vicinanze di edifici, riguardano l'entità dei cedimenti attesi in fase di scavo, la tenuta del cavo prima dei getti, le vibrazioni indotte dai macchinari, la gestione in ambito urbano dei fanghi bentonitici. Si evidenzia, quindi, che le modalità e attrezzature realizzative dei diaframmi comportano notevoli impatti e interferenze con il territorio ed il sistema antropico circostante. In particolare si evidenzia che nel progetto definitivo affidato, essendo prevista un'unica cantierizzazione di via Amari, sarebbe stata particolarmente onerosa la gestione dei fanghi bentonici in ragione del fatto che le tubazioni convoglianti i fanghi avrebbero dovuto percorrere l'intera via Amari. In conclusione, lo stato dei luoghi effettivo e la diffusa interferenza di edifici a rischio, rendono sconsigliabile l'utilizzo della tecnologia con diaframmi, la cui esecuzione potrebbe comportare inaccettabili danneggiamenti e demolizioni ed in generale criticità e disagi relativamente agli aspetti legati alla tecnologia utilizzata. Tale soluzione è stata poi definitivamente abbandonata, a seguito delle varianti altimetriche intervenute che hanno generato un'approfondimento diffuso di circa 1.20m lungo via Amari e di circa 2.00m lungo tutta via Crispi.
- ✓ Nel progetto definitivo è stata prevista la realizzazione, per tutta l'estesa di via Amari, di opere di presidio degli

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 24 di 106	

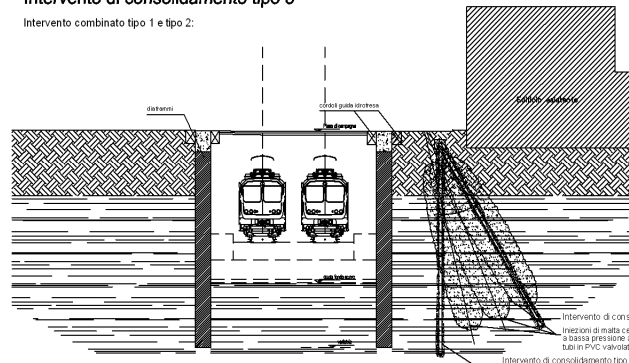
edifici, consistenti in iniezioni valvolate da tubi in PVC e micropali anch'essi iniettati a pressione, disposti "a cavalletto".

Intervento di consolidamento tipo 1 e 2



Intervento di consolidamento tipo 3

Intervento combinato tipo 1 e tipo 2:



La realizzazione di tali opere presenta i seguenti aspetti critici:

- la realizzazione di opere di sostegno continue nell'immediata vicinanza degli edifici rappresenta un grosso ostacolo per il passaggio delle tubature e la realizzazione di tutti gli allacci agli stessi edifici;
 - l'esecuzione di tali interventi in prossimità degli edifici, realizzati mediante iniezioni a pressione a pochissima distanza dalle fondazioni degli edifici, potrebbe indurre immediatamente sollevamenti e rotazioni potenzialmente dannose.
- ✓ In linea generale si segnala che la risoluzione delle interferenze lungo la centralissima via Amari e lungo la direttrice di via Crispi rappresenta un punto molto delicato per la esecuzione dei lavori in considerazione della diffusa presenza di sottoservizi. Le maggiori difficoltà sono rappresentate sicuramente dalla gestione degli scavi in presenza di accessi a proprietà private, negozi, uffici, ed in considerazione anche del fatto che, seppur in maniera parziale, dovrà essere garantita la circolazione stradale almeno per le direttrici ortogonali alla via Amari. Per quanto riguarda l'individuazione dei sottoservizi sono stati approfonditi i rilievi di tutti i sottoservizi che interessano le aree di sedime della nuova linea ferroviaria, di cui se ne dà evidenza nella relazione specifica e nei paragrafi successivi. Da tale analisi è emersa una situazione molto diversa da quella individuata nel progetto definitivo ed in particolare, in corrispondenza dell'incrocio tra via Amari e Via Principe di Scordia, e lungo tutta via Crispi. Le attività di rilievo svolte, anche alla presenza di AMAP, hanno evidenziato infatti la presenza di diversi collettori fognari non censiti sugli elaborati ufficiali AMAP e sulle schede di risoluzione delle interferenze del progetto definitivo, oltre che una serie di discordanze, sempre con riferimento alle mappe AMAP, soprattutto in relazione ai versi di deflusso delle acque e alla posizione dei recapiti finali. In particolare, la campagna di rilievo ha evidenziato la presenza di alcuni importanti collettori, non censiti nel progetto definitivo, che presentano una quota di scorrimento interferente con la livelletta ferroviaria di progetto. Tali collettori sono ubicati in corrispondenza dell'impianto di sollevamento "Ucciardone", in corrispondenza della "curva" presente in via Crispi all'incrocio con via Amari, in Via Amari all'incrocio con via Principe di Scordia. Tale evenienza ha comportato lo studio di varianti progettuali, che hanno interessato la livelletta ferroviaria, generandone un abbassamento diffuso e determinando delle condizioni di scavo e di geometrie di opere, difformi rispetto a quelle previste nel progetto definitivo affidato. Inoltre come già segnalato in premessa si evidenziano le criticità legate alle situazioni imprevedibili, relative ai collettori fognari presenti in piazza Politeama e all'interno del Porto, ove non è possibile effettuare indagini all'interno dei collettori e/o pozzetti.
- ✓ Le indagini geognostiche sviluppate con il P.E. hanno solo in parte confermato il quadro geologico e geotecnico del P.D. La situazione granulometrica locale lungo via Crispi, che ha riscontrato la presenza di lenti cementate da un

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 25 di 106	

lato e la locale inclusione di materiali a maggior contenuto di fine, rendono incerta l'efficacia del trattamento con iniezioni per la realizzazione del tappo di fondo, ottenendo un risultato finale disomogeneo e con maggiori dispersioni rispetto ad altre tipologie di trattamento.

- ✓ Le indagini ambientali sviluppate con il P.E. hanno accertato che, in generale, tutta la porzione di terreno interessata dagli scavi in area portuale per i primi 4 metri proviene dagli "sfabbricidi derivanti dalla distruzione durante i bombardamenti del centro storico di Palermo e degli impianti produttivi" e pertanto presenta caratteristiche che lo rendono classificabile come "Rifiuto non pericoloso". Tale evenienza impone che la sezione di scavo tipo da adottare in tale area tenga conto della importante presenza di elevati quantitativi di materiale da scavo caratterizzato come "Rifiuto non pericoloso". Inoltre è stato accertato che, 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, che 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 ed il ballast da rimuovere è risultato essere un "rifiuto non pericoloso".

- ✓ Nel Progetto Definitivo erano previste le seguenti classi di resistenza:

- Diaframmi e solettone di fondo Rck,min 30MPa
- Solettone di copertura gettato in opera e muri Rck,min 37MPa.

La prima emissione del PE, presentata dall'Appaltatore prevedeva che, per le paratie in zona portuale, per il contatto con le acque di falda contenenti cloruri presenti nell'acqua di mare, una classe di esposizione XS2, che come previsto dalla UNI 1104:2004 (norma complementare alla UNI EN 206-1, che precisa alcuni parametri in riferimento alla realtà italiana) presumeva una classe di resistenza minima del cls C35/45. Con istruttoria del 06/04/2011, Italferr rileva che, le opere in oggetto possano considerarsi come strutture esposte alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare, potendosi pertanto prevedere una classe di esposizione XS1. Pertanto, in recepimento delle prescrizioni di Italferr, per le superfici delle paratie lungo via Crispi a diretto contatto con l'acqua di mare, è stata adottata una classe di esposizione XS1, per la quale occorre una classe di resistenza minima C32/40 in variante rispetto alla C25/30 prevista nel PD, mentre per il solettone di copertura ed il rivestimento interno, che sono impermeabilizzati, è stata definita una classe di esposizione XC2 confermando la classe di resistenza del calcestruzzo prevista nel PD (C30/37).

- ✓ Le informazioni raccolte durante la campagna di indagine del P.E. 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. L'andamento idrogeologico dell'area evidenzia, infatti, la presenza di un complesso permeabile ad elevata trasmissività, di spessore medio non inferiore a 40 mt. Si ritiene, quindi, che l'interferenza con la falda sia tutto sommato limitata, considerata l'elevata trasmissività del complesso calcarenitico sabbioso, il notevole spessore della falda ed il modesto gradiente idraulico. Di converso l'elevata trasmissività del complesso calcarenitico sabbioso, con la realizzazione dei pozzi drenanti, così previsti nel P.D., imponeva con di depressione della falda di limitata profondità ma con elevati diametri che, visto anche l'elevato numero di pozzi drenanti previsti, poteva innescare fenomeni di variazione dello stato tensionale al di sotto degli edifici vicini e di conseguenza l'insorgenza di dissesti nelle strutture. E' stata proposta, quindi, come meglio specificato più avanti, una soluzione meno invasiva e più rispondente alla realtà idrogeologica del territorio. Tale soluzione è stata anche approvata dal Genio Civile nel Luglio 2011.
- ✓ La tipologia realizzativa adottata nel P.D. (paratie di diaframmi con idrofresa), obbliga per consistenti periodi di tempo, la chiusura di tratti di vie urbane a grande traffico e alla riorganizzazione della circolazione stradale, per consentire la posa in opera delle tubazioni che convogliano i fanghi all'area impianti, lungo l'intera via Amari. Inoltre è prevista la chiusura contemporanea di tutta l'area di cantiere nella zona portuale. Tale scelta è legata necessariamente alla necessità di disporre di un'area molto estesa per consentire l'utilizzo di tutti i macchinari necessari alle lavorazioni (silos, idrofresa, sistema di raccolta dei fanghi bentonitici, dissabbiatore, ecc.). Per tali

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 26 di 106	

motivi nel progetto definitivo è stata prevista una cantierizzazione che individua quattro “macroaree”. La realizzazione dell’opera presenta alcuni aspetti critici legati al contesto urbano fortemente antropico. L’opera in oggetto si trova infatti all’interno del centro abitato, in uno dei punti cruciali del traffico cittadino; inoltre le lavorazioni interferiscono pesantemente con il porto e le sue attività logistiche, creando una barriera orizzontale che attraversa tutti gli ingressi principali e secondari su cui gravitano tutte le attività portuali. Si evince quindi, che la divisione delle zone da progetto definitivo non segue un principio di minimizzazione dei disagi, ma, al contrario, comporterebbe grosse ripercussioni su tutte le attività del Porto e sulla gestione della viabilità del centro cittadino, in seguito alla scelta di considerare macroaree troppo vaste e difficilmente gestibili. Conseguenza diretta di tale suddivisione sarebbe l’esagerata estensione dei periodi di occupazione delle zone del Porto e dei varchi delle strade principali (varchi portuali, area intermodale, incroci cittadini). Pertanto il P.E. ha previsto la realizzazione delle opere tramite una distribuzione “alternata” delle lavorazioni, ricorrendo cioè a varie chiusure, sfalsate nello spazio e nel tempo tra loro, in modo da contenere l’inevitabile disagio procurato alla collettività e limitare il periodo di chiusura delle varie strade interessate dai lavori, individuando 8 aree in cui verranno effettuate lavorazioni di opere differenti tra di loro ma da eseguire nello stesso periodo temporale.

Nel seguito vengono analizzate le principali opere previste nel P.D. e le specifiche problematiche e criticità realizzative.

Trincea Ucciardone TR01

La trincea dell’Ucciardone è l’opera con la quale ha inizio il tratto di nuova realizzazione della Metroferrovia. La trincea, ubicata in successione al ramo esistente proveniente da Giachery, si sviluppa per una lunghezza di 219 metri, dal km 3+621 al km 3+840.

La realizzazione della trincea dell’Ucciardone e del binario di collegamento per il Porto prevede l’allargamento della sede ferroviaria sul lato destro, con la conseguente riduzione della larghezza del marciapiede presente a lato della viabilità esistente (via Piano dell’Ucciardone), per tutta la estensione della trincea Ucciardone, fino alla progressiva km 4+070.

Inoltre il primo tratto in rettilineo interferisce con il muro lato “Porto” per l’intero sviluppo della trincea.

L’allargamento della sede ferroviaria ha inizio subito dopo la galleria Giachery e si protrae per tutta l’estensione della trincea. In tale zona è prevista quindi la demolizione totale dei muri di recinzione esistenti, e la ricostruzione degli stessi, ad una distanza di circa 1,00 m, allo scopo di consentire l’alloggiamento della sede ferroviaria.



La realizzazione dell’opera presenta i seguenti aspetti critici:

- La demolizione e ricostruzione del muro lato “Via Piano dell’Ucciardone” comporta elevate soggezioni al traffico della viabilità stradale a causa del restringimento della carreggiata in fase di realizzazione.
- La demolizione e ricostruzione del muro lato “Porto” comporta espropri delle aree del piazzale Enel a causa dello spostamento del muro di oltre 1,00 m con conseguenti interferenze con cavi e impianti a media-alta tensione.
- E’ indicata la demolizione di un edificio-serbatoio che attualmente rifornisce l’isola di Ustica e tutte le navi che

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 27 di 106	

attraccano al porto di Palermo.

- Nell'area portuale, con riferimento al rilievo dello stato di fatto dei luoghi, sono state riscontrate numerose aree in concessione a Terzi e su cui gravitano attività commerciali (area intermodale, parcheggi, aree logistiche di carico/scarico merci, ecc.).
 - L'andamento altimetrico dell'opera prevede la fuoriuscita del tratto iniziale della galleria artificiale rispetto al piano di campagna. In particolare, alla progressiva 3+930,00 il solettone superiore della galleria è sopraelevato per un'altezza pari a circa 0,60 m dal piano di campagna, rispetto al nuovo rilievo topografico di dettaglio, con evidenti interferenze con il varco di accesso all'Autorità Portuale e agli uffici ENEL.
 - A seguito dei rilievi dei sottoservizi sono emerse forti interferenze con la cabina Enel e numerosi cavi elettrici a bassa, media ed alta tensione interrati in prossimità del muro, indicati in P.D. in diversa posizione.
- Il P.E. sviluppato ha proposto l'eliminazione del binario Porto, con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001321 del 23/04/2010 è stata comunicata la dismissione del raccordo Porto/Fincantieri e quindi la condivisione della variante.

Sottopasso pedonale Fermata Porto

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un sottopasso pedonale che attraversa la via Crispi proprio all'altezza dell'ingresso principale del porto e si discosta di alcuni metri rispetto al tracciato individuato dalla galleria GA12.

La realizzazione dell'opera come previsto da P.D. presenta importanti aspetti critici, legati all'interferenza dell'opera con la viabilità d'ingresso al porto e con i sottoservizi primari presenti in via Crispi (tubo gas ad alta pressione, collettore fognario primario, cavo ad alta tensione in bagno di olio fluido).

Di fatto, la soluzione prevista dovrebbe prevedere fasi complesse per limitare il più possibile i disagi, e diverrebbe quasi irrealizzabile o realizzabile in tempi molto lunghi, con notevole impatto sul traffico cittadino e sulle attività portuali. Inoltre, occorrerebbe prevedere spostamenti multipli dei sottoservizi lungo 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 28 di 106

GA01- GA12/FV02- GA02 fino a prog.4+500

Dai risultati dei rilievi integrativi effettuati sui collettori relativi alle interferenze denominate FO-008, FO-027, FO-028, è emersa una situazione completamente diversa, da quella rappresentata nel P.D. e sulle mappe AMAP, riscontrando che le quote di scorrimento delle tubazioni esistenti, nel punto di attraversamento della galleria artificiale di progetto, risultano non compatibili con la livelletta prevista nel P.D..

Di seguito si riporta il profilo della galleria, con la livelletta come da progetto definitivo e l'ubicazione esatta dei collettori censiti, che attraversano l'opera, in tutto il tratto che comprende la GA01 e parte della GA02 sino all'ingresso in Via Amari.

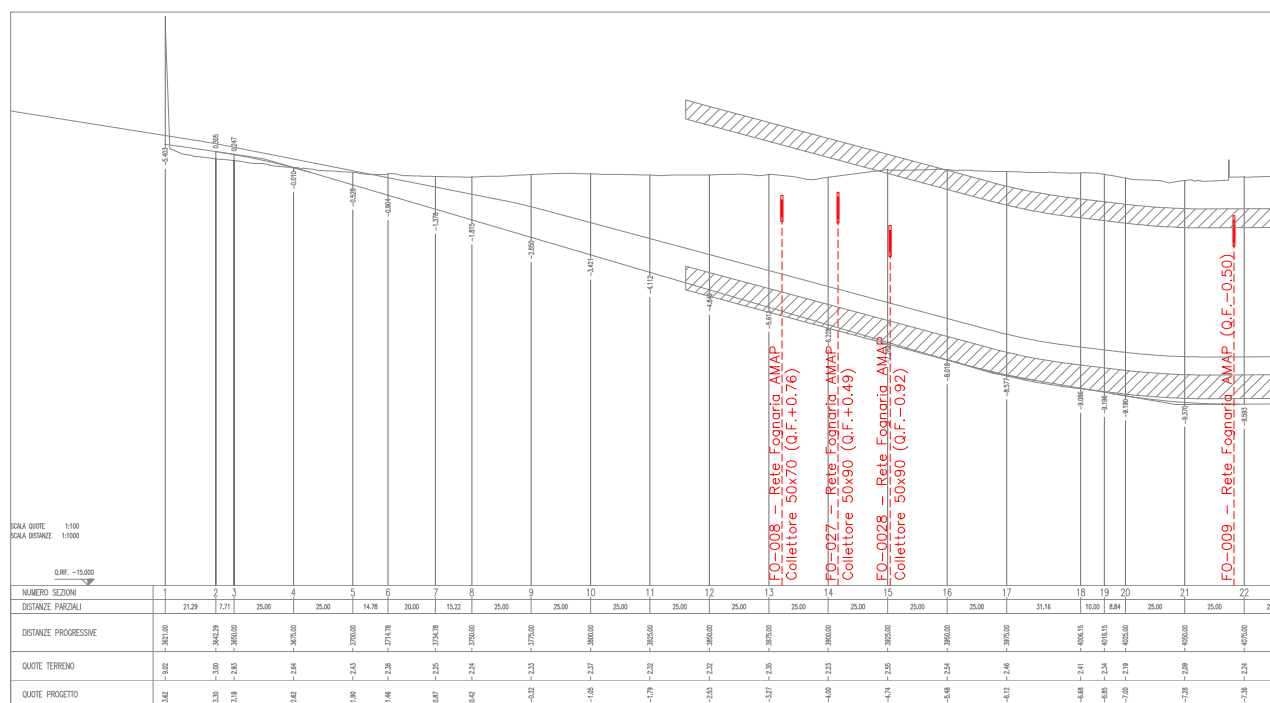


Figura 1- Profilo con livelletta come da progetto definitivo con indicazione dei collettori fognari in attraversamento (tratto da Trincea Ucciardone a fermata Porto)



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

RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 29 di 106
---	------------------	-------------	-----------	------------	-----------------	--------------------------	-------------------	----------	--------------------------

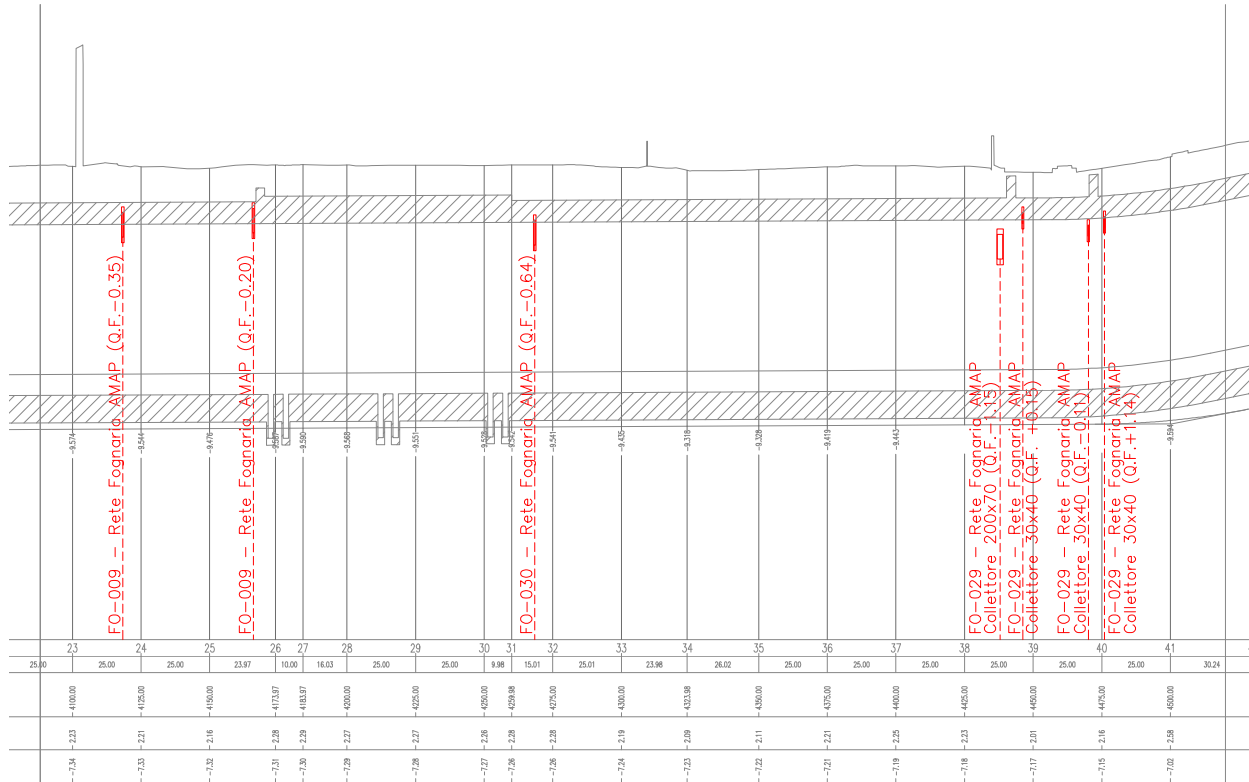


Figura 2- Profilo con livelletta come da progetto definitivo con indicazione dei collettori fognari in attraversamento (tratto da Fermata Porto ad ingresso via Amari)

L'esame delle suddette interferenze come già detto in premessa, ha reso necessaria la scelta di una soluzione tecnica che permetta da un lato, l'esercizio ferroviario in sicurezza con i canoni e criteri normalmente impiegati e dall'altro la piena funzionalità idraulica della fognatura, tenendo conto nel contempo della presenza diffusa nei primi 4 metri da piano campagna di terreni classificabili come "rifiuti non pericolosi" ed in taluni casi anche come rifiuti pericolosi.

L'analisi delle possibili soluzioni progettuali adottabili per la risoluzione delle suddette interferenze con i collettori fognari e con la presenza di terreni classificabili come "rifiuto non pericoloso" sono state oggetto di precedenti documentazioni consegnate nel Giugno 2010 "RS7201DZZRGXX0000001A" e Settembre 2010 "RS7201DZZRGXX0000002A".

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 30 di 106	

Galleria artificiale GA02 da prog.4+500 a prog.5+000

Lungo la GA02 in corrispondenza dell'incrocio tra via Amari e Via Principe di Scordia, le attività di rilievo svolte, anche alla presenza di AMAP, hanno evidenziato la presenza di un collettore fognario di dimensioni 130x180 cm.

Esso in corrispondenza dell'incrocio tra via Amari e Via Principe di Scordia presenta una quota di scorrimento pari a 4.19 mslm corrispondente ad una profondità del fondo fogna di -3.23 m dal piano viabile. Nel progetto definitivo la stessa quota di scorrimento del collettore era indicata a 5.40 mslm.

Si è quindi riscontrato che il collettore ha un maggiore approfondimento rispetto al piano stradale di 1,20 metri circa

Tale evenienza, come già segnalato in premessa ha comporta la necessità di individuare una adeguata risoluzione dell'interferenza, presentando due possibili alternative, sulle quali Italferr si è espressa, indicando come soluzione da seguire quella che prevedeva un abbassamento della livelletta ferroviaria di circa 1,20 metri. Tale abbassamento è uguale al maggior approfondimento riscontrato per il fondo della fogna di Via Principe di Scordia e comporta un maggior approfondimento anche dell'estradosso del solettone di copertura della galleria ferroviaria, al fine di mantenere inalterata l'altezza interna della galleria.

La modifica altimetrica si propaga come detto per tutta via Amari determinando delle condizioni di scavo e di geometrie di opere diverse da quelle previste nel progetto definitivo affidato.

Stazione Politeama FV03/GA13

In corrispondenza della futura Stazione Politeama, a causa della totale assenza di pozzetti e dell'indisponibilità di dati sul sistema fognario dell'area, non è stato possibile definire la presenza di eventuali collettori. Durante la riunione con il Comune di Palermo del 26/03/2010, preso atto dell'assenza di informazioni, il Comune ha chiesto di proseguire la progettazione con le informazioni disponibili nel P.D.

Inoltre è stata individuata una interferenza con il "Chiosco Ribaudò" non censito nella documentazione del P.D., che ha comportato uno spostamento della stazione, al fine di non comprometterne la stabilità durante le fasi di realizzazione.

Non essendo possibile quindi la preventiva individuazione dei sottoservizi interferenti, il P.E. si è orientato verso una soluzione progettuale, che eliminasse l'utilizzo dei tiranti. Inoltre dalle indagini geognostiche integrative sono emerse alcune diversità, che hanno comportato una rivisitazione degli interventi di stabilizzazione del fondo scavo prevedono trattamenti di tipo diverso, in funzione del contesto geomeccanico.

Fermata Libertà FV01/GA11

In corrispondenza della fermata Libertà il rilievo delle dimensioni e profondità dei due collettori presenti in via Lazio, ha evidenziato che lo spostamento dei collettori ai lati delle paratie laterali, per la vicinanza tra quest'ultime e gli esistenti edifici limitrofi, non è compatibile con le ipotesi previste nel P.D. Sono pertanto state apportate variazioni alle geometrie della fermata rispetto a quanto ipotizzato nel P.D.

Galleria Ranchibile GN01

Nel Progetto definitivo, tra gli interventi nella galleria esistente Ranchibile, è prevista la riutilizzazione del pietrisco esistente e delle rotaie.

Durante le riunioni tenutesi nel corso della progettazione esecutiva, presso la sede Italferr di Roma, con oggetto gli aspetti impiantistici, è stata rappresentata l'impossibilità realizzativa, della previsione del PD di riutilizzare il ballast presente nella Galleria Ranchibile, una volta sostituite traversine e binari e posto in opera il tappetino antivibrante.

Inoltre le analisi chimiche effettuate sui campioni di ballast prelevati, riportate nel documento "RS7201EZZRGIM0000001A", hanno accertato che il ballast della Galleria Ranchibile è risultato essere un "rifiuto non pericoloso".

Pertanto, vista l'impossibilità del riutilizzo tal quale, nella progettazione esecutiva di prima fase, il CG aveva previsto, tra gli interventi nella galleria esistente Ranchibile, il completo rinnovo del pietrisco e l'utilizzo di nuove rotaie. In ottemperanza a quanto prescritto da Italferr nell'istruttoria ai computi del Dicembre 2011, è stata modificata la parte a corpo e a misura del CME, eliminando quindi la fornitura di nuovo ballast e lo smaltimento di quello esistente.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 31 di 106	

Tuttavia, l'Appaltatore/Progettista ha richiesto una comunicazione formale di RFI, quale proprietario delle aree, che confermi che il ballast andrà tutto riutilizzato.

Impianti

In generale, gli impianti, hanno subito modifiche rispetto al PD., sulla base delle disposizioni ricevute da Ferrovie al fine di:

- applicare nuove norme e specifiche tecniche ferroviarie così come dettagliato nella nota prot. RS07-1A01-10-001289 del 04 marzo 2010;
- applicare nuove norme e specifiche tecniche ferroviarie e norme UNI sopraggiunte dopo marzo 2010;
- ammodernare le opere impiantistiche.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 32 di 106	

4. STUDI RILIEVI E INDAGINI

4.1 RILIEVI E INDAGINI

4.1.1 Accertamenti e verifiche in sito

Per una completa conoscenza dello stato dei luoghi, preliminarmente alla redazione e sviluppo del P.E. sono state condotte indagini conoscitive dell'area di intervento articolate in più sopralluoghi.

I sopralluoghi condotti hanno interessato principalmente i sottoservizi, attraverso un'approfondita ed attenta campagna di indagine nel periodo compreso tra ottobre 2009 e febbraio 2010: in particolare sono state censite le interferenze e contattati gli enti già coinvolti in progetto definitivo (Terna, Enel, AMAP, AMG, AMIA, Telecom, Wind).

La verifica sul campo del progetto definitivo ha condotto all'individuazione di ulteriori soggetti certamente da coinvolgere al fine della predisposizione del progetto di risoluzione delle interferenze (Fastweb, BT Italia (ex Albacom), Infratel Italia, Sielte, Anello telematico Comune di Palermo) e di ulteriori soggetti il cui coinvolgimento, ragionevolmente prevedibile, non risulta ancora accertato (Prefettura, Casa Circondariale di Palermo Ucciardone, Direzione Genio Militare, Guardia di Finanza, Polizia di Frontiera, Circoscrizione Doganale di Palermo, Capitaneria di Porto di Palermo) atteso il mancato riscontro alle comunicazioni in tal senso inviate dall'Appaltatore.

Dai sopralluoghi svolti è emerso un contesto urbano estremamente interferente con le lavorazioni connesse alla realizzazione della nuova linea.

In sede di sopralluoghi, seppur senza la possibilità di accedere pienamente a tutte le aree interessate dai lavori, si è evidenziata la reale consistenza numerica degli edifici interferiti. In particolare è stata analizzata la interferenza delle lavorazioni, per la realizzazione della sede ferroviaria e dei collettori prossimi alla linea, tale esame ha condotto ad un censimento di edifici con rilievo degli elementi tipologici e dimensionali acquisibili senza possibilità di accesso diretto o indagini all'interno degli edifici. Si rileva che nel corso della redazione del P.E. si è constatata la necessità di integrare il piano particellare d'esproprio redatto in P.D. con tutte 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. Il P.E. ha integrato i piani particellari con le nuove ditte interessate alle quali occorrerà notificare i relativi verbali di immissione nel possesso. Tuttavia, in pendenza delle necessarie autorizzazioni agli accessi, non tutti i sopralluoghi tesi ad accertare le effettive opere da demolire hanno potuto dare pieno ed effettivo riscontro e quantificazione. Il P.E. ha comunque individuato e quantificato, seppur parzialmente, le demolizioni e i ripristini osservabili dall'esterno lasciando l'individuazione e la quantificazione di eventuali ulteriori lavorazioni non evidenziate in P.E. alla successiva fase di esecuzione dell'opera.

4.1.2 Rilievi celerimetrici

Lo sviluppo del PE è stato preceduto da un'attività riguardante l'esecuzione di rilievi celerimetrici. Per lo svolgimento delle attività di rilievo è stata definita una rete di inquadramento ed una rete di raffittimento.

La rete di inquadramento realizzata presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- è eseguita nel rispetto delle norme tecniche ITALFERR ed in particolare:
 - Prescrizioni tecniche per la progettazione SEZIONE III Prescrizioni tecniche voli, cartografie e rilievi celerimetrici DOC SP IF 0000 005 Rev. A
 - Avvertenze alla tariffa RA da voce 001 a voce 016
 - Prescrizioni tecniche per la progettazione SEZIONE II Rilievi e Tracciamenti DOC SP CO 01.01 003 Rev. B
- Si collega alla rete realizzata da ITALFERR per riutilizzare il sistema di coordinate rettilinee del progetto definitivo;
- Consente in fase di esecuzione la gestione dei tracciamenti delle opere;
- Costituisce un riferimento certo per le attività di monitoraggio da eseguire durante la realizzazione degli scavi;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 33 di 106	

Lo schema che si è deciso di adottare è quello della poligonale ad anello (chiusa), in particolare sono previsti due percorsi chiusi ad anello con un parte in comune progettati in maniera da costituire una rete autonoma.

Si prevede di riutilizzare la materializzazione di alcuni vertici della esistente rete ITALFERR in modo da ricavare le coordinate rettilinee.

La rete è inquadrata nei sistemi di riferimento Nazionali tramite collegamenti di tipo GPS statico.

Le misure sono state eseguite secondo lo schema di poligonale di alta precisione tramite centramento forzato per la planimetria e livellazione geometrica di precisione per l'altimetria. Molti vertici della rete esistente presentano una materializzazione appena sufficiente per cui si è previsto, per i soli vertici da riutilizzare, di realizzare un collare intorno alla borchia metallica con la stessa resina bicomponente che sarà impiegata per materializzare i nuovi vertici.

La resina adoperata garantisce una solidità ed una durata nel tempo di almeno cinque anni, salvo interventi di danneggiamento volontari per atti di vandalismo. Sono state impiegate delle borchie di acciaio inossidabile con punzonatura del numero del vertice e sommità sferica adatta all'impiego di stadie per la livellazione.

L'inquadramento nei sistemi di riferimento Nazionali è stato garantito, per l'altimetria, tramite collegamento alla rete IGM di alta precisione e per la planimetria tramite collegamento ai vertici di inquadramento del progetto CARTOPALERI402004 (cartografia numerica a scala 1:2.000 realizzata dalla scrivente società su tutto il territorio comunale di Palermo) e della rete IGM95.

Di tutti i vertici di poligonale è stata redatta una apposita monografia con l'indicazione delle coordinate rettilinee (sistema di riferimento principale) e delle coordinate geografiche e cartesiane nei vari sistemi impiegati in Italia: Gauss-Boaga, UTM, UTMWGS84.

La massima precisione si ottiene impiegando le coordinate rettilinee che saranno ricavate direttamente, mentre le altre coordinate saranno ottenute con un processo di rototraslazione da cinque vertici.

Il rilievo è stato condotto con il metodo delle poligonali speditive, realizzando tutti i collegamenti ai vertici di orientamento per mezzo di aste telescopiche e bipedi, mentre il rilievo dei punti di dettaglio è avvenuto solo con aste telescopiche.

Per la esecuzione del lavoro si è partiti dagli elaborati grafici realizzati da ITALFERR in sede di progettazione definitiva e lo schema di lavoro si è basato sulla esecuzione di una serie di piccole poligonali aperte e vincolate agli estremi ai vertici delle poligonali principali.

I rilievi sono stati eseguiti con due stazioni totali: una TRIIVIBLE 5601 ed una TOPCON GTS6A.

4.1.3 Indagini geotecniche

Per poter ricostruire l'andamento stratigrafico delle formazioni presenti nell'ambito dell'area interessata dal progetto, ed allo scopo di valutare le proprietà fisico-meccaniche dei litotipi di interesse progettuale, nel corso delle successive fasi progettuali si sono susseguite diverse campagne di indagine, ovvero:

- 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.

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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 34 di 106	

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

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

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;
- 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 m	N. Prove SPT	Strumentazione installata m	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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 35 di 106	

Sondaggio	Zona	Profondità	N. Prove SPT	Strumentazione installata	N. Prove Permeabilità
-	-	m	-	m	-

Lu = prova di permeabilità Lugeon

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

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 ρ_s ;
- Determinazione del peso specifico dei grani G_s ;
- Prove a compressione assiale semplice (ELL);
- Prove di taglio diretto;
- Prove triassiali consolidate drenata;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 36 di 106	

- Prove di permeabilità.

Campagna geognostica del 2000

Per un approfondimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla nuova infrastruttura, nell' ambito delle attività del P.E., è stata svolta una campagna di indagine geologica geotecnica e geofisica ad integrazione della campagna di prove eseguite nel 2000 e 2003.

Durante la campagna geognostica del 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 tomografica;
- 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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 37 di 106	

Indagini in sito campagna 2010

Sondaggio -	Zona -	Profondità m	N. Prove SPT -	Strumentazione installata m	N. Prove Permeabilità -
SE01	Fermata Libertà	20.5	5	TA (0÷20.5)	2 (Le)
SE02	Fermata Libertà	30.5	5	DH	-
SE03	GA Crispi	21	5	TA (0÷21.0)	4 (Le)
SE04	GA Crispi	20	4	TA (0÷20.0)	-
SE05	Fermata Porto	25	6	TA (0÷25.0)	-
SE05bis	GA Crispi/Amari	15	3	TA (0÷15.0)	-
SE06	GA Crispi/Amari	35.5	8	CA (18.5)	-
SE07	GA Crispi/Amari	30	5	TA (0÷30.0)	-
SE08	GA Crispi/Amari	30	5	DH	-
SE09	GA Crispi/Amari	20	5	-	-
SE10	GA Crispi/Amari	24.5	5	TA (0÷24.5)	-
SE11	Fermata Politeama	25	5	TA (0÷25.0)	-
SE11bis	Fermata Politeama	26.5	4	TA (0÷26.5)	-
SE12	Fermata Politeama	31	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

Nella seguente tabella 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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 38 di 106	

Nella seguente tabella 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 pressimetrico [MPa]
SR1	2010	1	0	SC	124.1
SR2	2006	2	5	SC	130.5

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 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 qc e della resistenza laterale fs misurati sono da considerarsi poco attendibili e comunque non utilizzabili ai fini della determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità.

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

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

- apertura e riconoscimento del materiale;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 39 di 106	

- determinazione del contenuto naturale d'acqua (ASTM D2216);
- determinazione del peso di volume (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);
- prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (Racc. A.G.I. 1994).

4.1.4 Indagini ambientali e caratterizzazione dei terreni ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Le indagini ambientali eseguite, oltre che individuare tramite prove in situ ed in laboratorio, il grado di permeabilità e la classe granulometria di appartenenza dei terreni, sono state finalizzate a:

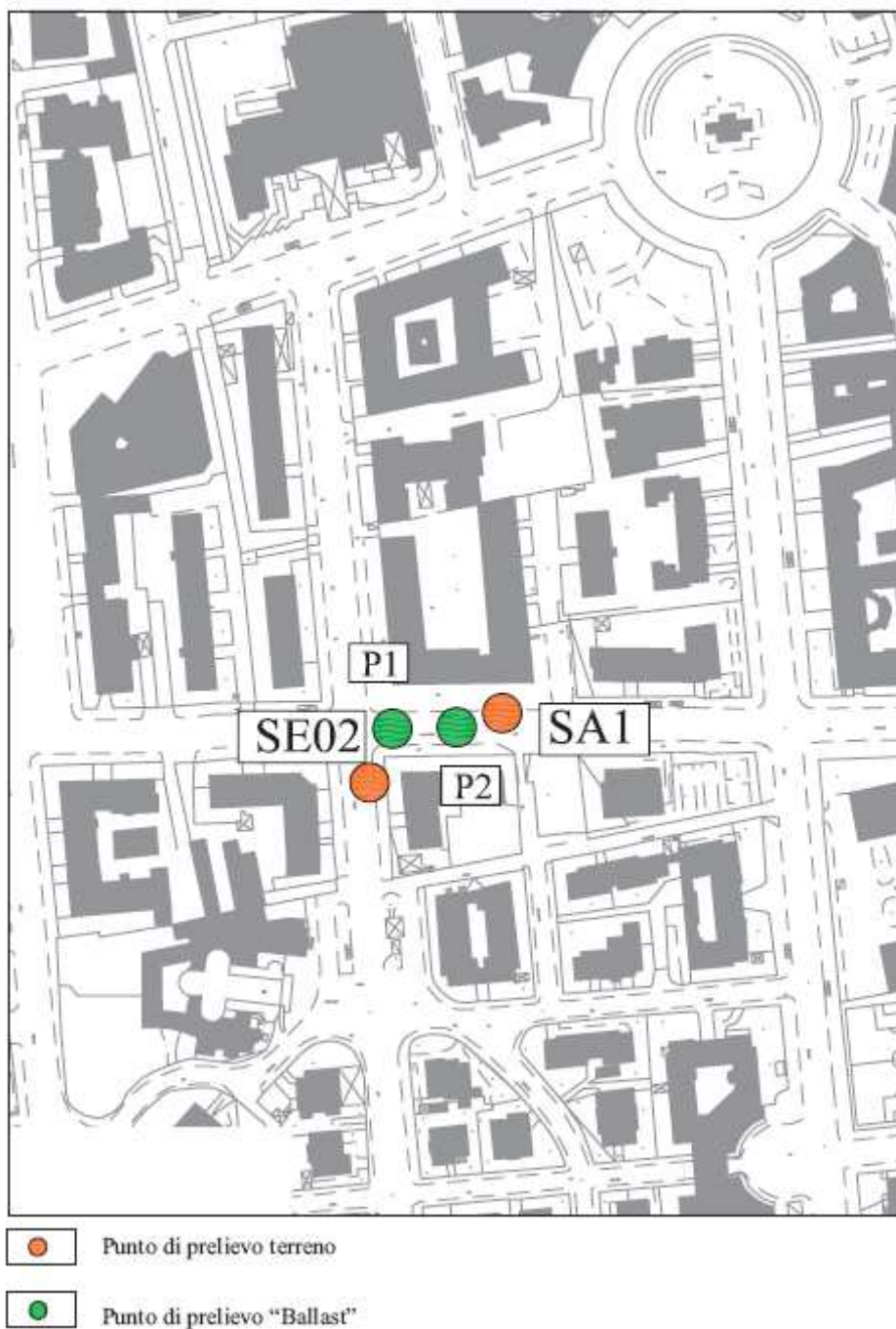
- individuazione delle potenziali fonti di inquinamento superficiale e sotterraneo al fine di definire in maniera rigorosa gli analiti da ricercare tra quelli inseriti nella tabella 1 dell'Allegato 5 del D. Lgs 152/06 e s.m.i.;
- individuazione di eventuali fonti di inquinamento atmosferico, idrico superficiale e sotterraneo che possono aver interessato il sito oggetto dello studio, anche tramite una ricostruzione storica degli insediamenti antropici, con particolare riferimento alle varie attività produttive, allo scopo di procedere all'individuazione dei potenziali inquinanti che possono essere presenti all'interno dei sedimenti da asportare durante la fase di realizzazione dell'opera e per verificare se questi abbiano i requisiti necessari di cui all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. con particolare riferimento al D.Lgs 4/08 ed alla L. 13/09;
- individuazione, tramite analisi chimico-fisiche su n. 37 campioni di terra, n. 5 campioni di acque e n. 4 campioni di "Ballast" (le relative ubicazioni sono indicate nelle planimetrie, nel profilo e nelle sezioni allegate all'elaborato specifico) delle concentrazioni degli analiti inseriti nella tabella 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., allo scopo di confrontarle con le concentrazioni riportate nel succitato Decreto Legislativo;
- individuazione tramite analisi di "test di cessione" (ai sensi del D.M. 3/8/2005 – Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica) per verificare l'accettabilità in discarica di rifiuti inerti (tab. 2 art. 5), di rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6) e di rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8).

Rimandando allo specifico documento progettuale, per tutti i dettagli riguardanti tali analisi, si evidenzia che dalle analisi condotte è stato 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".

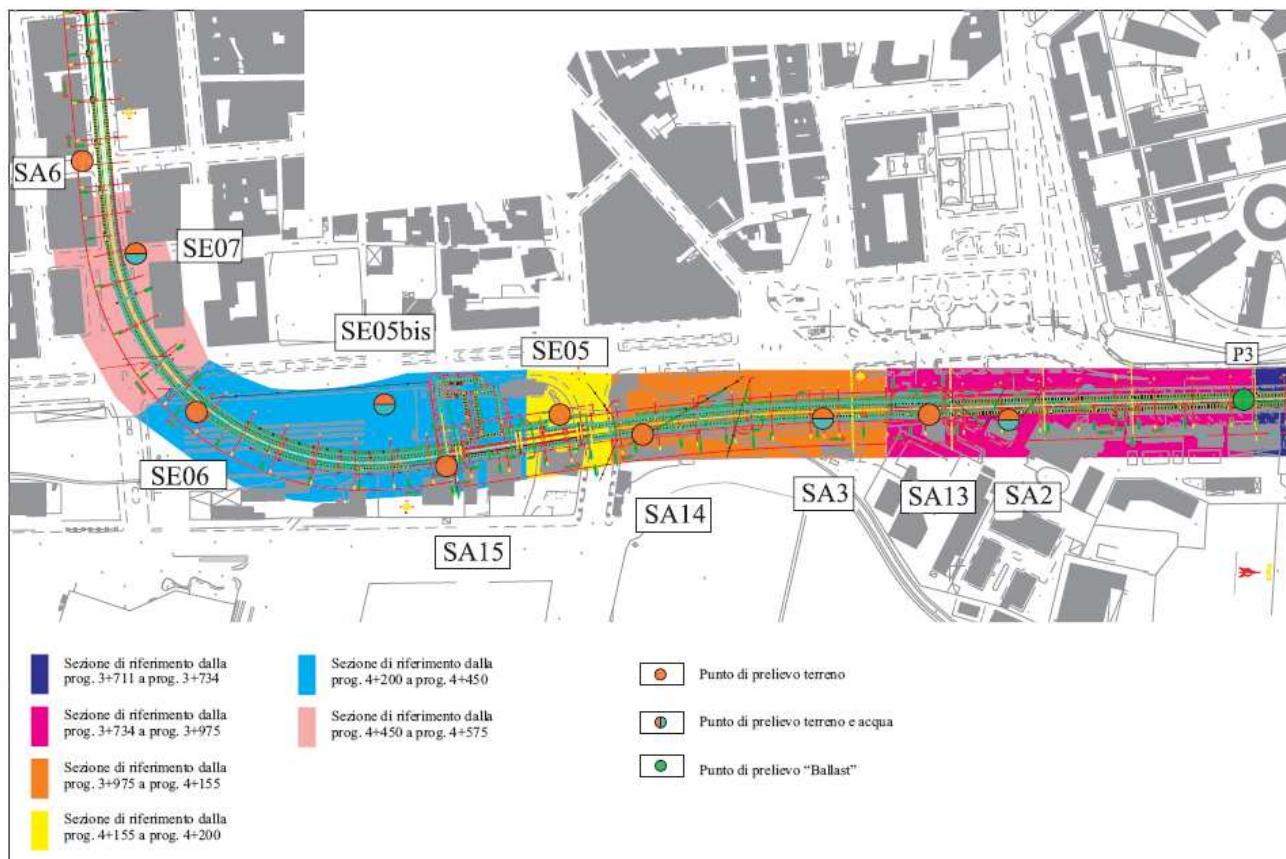
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante) PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A. 					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 40 di 106	

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici con l'ubicazione dei punti di prelievo ed una tabella riepilogativa delle analisi effettuate sui terreni, sulle acque e sui ballast, in cui sono riportati ed interpretati tutti i risultati ottenuti.



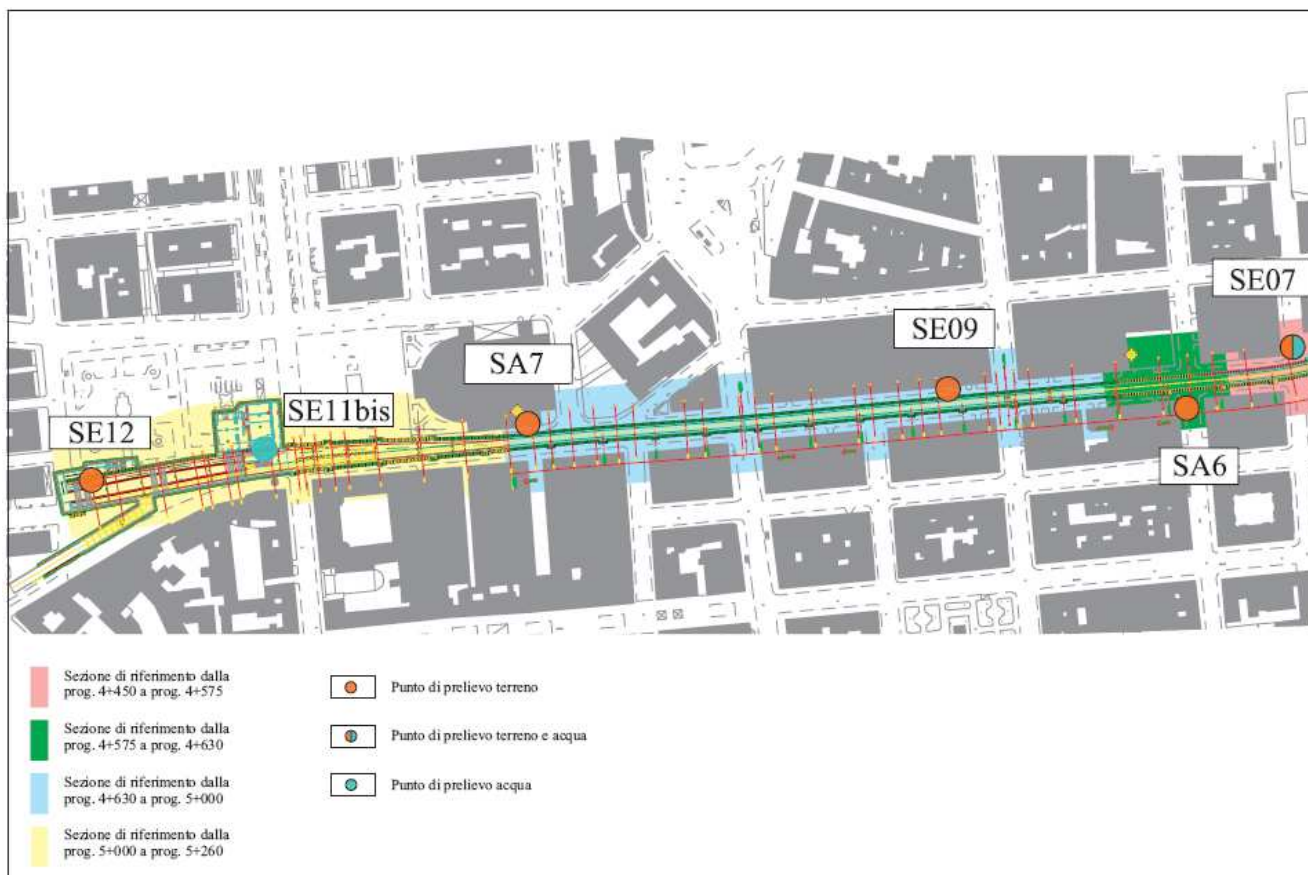
Stralcio planimetrico con l'ubicazione dei sondaggi ambientali Fermata Libertà

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 41 di 106	



Stralcio planimetrico con l'ubicazione dei sondaggi ambientali zona 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 42 di 106	



Stralcio planimetrico con l'ubicazione dei sondaggi ambientali zona Via Amari e 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 GENERALE DESCRITTIVA		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 43 di 106	

G.A. Crispi

Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.1 All. 5 parte quarta	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Non conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti inerti (tab. 2 art. 5 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8 del D.M. 03/08/2005)
SA2_C1	2	Calcarene tenera	x			x		
SA2_C2	4	Calcarene tenera	x			x		
SA13_C1	0,8	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,e) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,h) Pirene - Dibenz (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - IPA Totali - Idrocarburi > C12		x		
SA13_C2	2	Terreno di riporto		Idrocarburi < C12	Idrocarburi > C12		x	
SA13_C3	5,8	Sabbie fini limose		Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Pirene - IPA Totali		x		
SA3_C1	3	Terreno di riporto		Stagno		x		
SA3_C2	5	Depositi alluvionali recenti		Stagno		x		
SA14_C1	1	Terreno di riporto		Piombo - Stagno - Arsenico - Zinco - Benzene - Rame - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Idrocarburi > C12		x		
SA14_C2	2,5	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Pirene - Metilfenolo (o,m,p-) - Idrocarburi > C12			x	
SA14_C3	10	Sabbie fini limose	x			x		

Fermata Porto

SE05_C1	11	Sabbie fini		Stagno			X	
SE05_C2	17	Sabbie fini limose	X			X		
SA15_C1	1,5	Terreno di riporto		Piombo - Rame - Stagno - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,i) Pirene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12		X		
SA15_C2	2,2	Terreno di riporto		Piombo - Stagno - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,i) Pirene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12		X		
SA15_C3	3,7	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,e) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Pirene - IPA Totali - Idrocarburi < C12	Idrocarburi > C12		X	
SA15_C4	8	Sabbie fini limose	X			X		

G.A. Crispi/Amari

SE05bis_C1	4	Terreno di riporto		Cadmio - Piombo - Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,e) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - IPA Totali - Idrocarburi > C12	Rame - Zinco			X
SE05bis_C2	7	Sabbie fini limose	X			X		
SE06_C1	1	Terreno di riporto		Stagno - Zinco - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenz (a,e) Pirene - Dibenz (a,i) Pirene - Dibenz (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12	Piombo			X
SE06_C2	6	Calcarene con sabbie	X			X		
SE07_C1	11	Calcarene con sabbie		Stagno		X		
SE07_C2	17	Argille (F.N. ali)	X			X		
SA6_C1	1,5	Terreno di riporto		Stagno	Piombo			X
SA6_C2	4	Calcarene tenera	X			X		
SA6_C3	8	Sabbia grossolana	X			X		
SE09_C1	8	Argille malterate (F.N.)		Idrocarburi > C12		X		
SE09_C2	14	Argille malterate (F.N.)		Idrocarburi > C12		X		

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 44 di 106	

TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI SUI TERRENI

Nome sito	Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.1 All. 5 parte quarta	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Non conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti inerti (tab. 2 art. 5 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8 del D.M. 03/08/2005)
Stazione Libertà	SA1_C1	2	Calcarenite tenera	X			X		
	SA1_C2	5	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C1	10	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C2	16	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C3	22	Calcarenite tenera	X			X		
Stazione Politeama	SA7_C1	2	Terreno di riporto	X			X		
	SA7_C2	7	Argille (F.N.alt)		Idrocarburi > C12		X		
	SE12_C1	10	Calcarenite con sabbie	X			X		
	SE12_C2	15	Sabbie fini	X			X		
	SE12_C3	20	Limi sabbiosi		Idrocarburi > C12		X		

TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI "BALLAST"

Nome sito	Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Rifiuto inerte	Rifiuto speciale non pericoloso	Rifiuto pericoloso
Stazione Libertà	B1	0.2	Ghiaia calcarea		X	
	B4	0.6	Limi		X	
	B2	0.2	Ghiaia calcarea		X	
Trincea "Ucciardone"	B3	0.2	Ghiaia calcarea		X	

TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI ACQUA

Nome sito	Sigla campione	Conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.2 All. 5 parte quarta	Non conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.2 All. 5 parte quarta
G.A. Crispi	SA2		Cloroformio - Tetracloroetilene - Bromodichlorometano
	SA3		Solfati - Nitriti - Boro - Ferro - Piombo
G.A. Crispi/Amari	SE05bis		Cloroformio - Tetracloroetilene
	SE07		Cloroformio - Tetracloroetilene
Stazione Politeama	SE11bis		Nitriti - Piombo - Cloroformio - Dibromodichlorometano - Bromodichlorometano

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 45 di 106	

4.1.5 Indagini fonometriche

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
- 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.

4.1.6 Interferenze

Con riferimento alle numerose interferenze, costituite da sotto- e sovra- servizi, individuate nell'ambito dell'area di intervento, nella fase propedeutica alla redazione del P.E. è stata condotta una verifica della documentazione fornita in fase di P.D..

In fase di P.E. l'indagine relativa ai sottoservizi è stata svolta attraverso sopralluoghi lungo il tracciato e ricerca di documentazione presso tutti gli Enti gestori dei servizi stessi, a questo è stato integrato un rilievo di dettaglio, attraverso strumenti di rilevamento (georadar, apparecchiature per videoispezioni, etc).

Va evidenziato il fatto che nell'area oggetto di indagine esistono diverse tipologie di servizi, ognuno dei quali possiede una sede propria, e non esiste un cunicolo servizi nel quale essi convergano. Esistono pertanto numerose sovrapposizioni di canalizzazioni sia in verticale che in orizzontale e queste per la maggior parte interessano le sedi stradali. Inoltre esistono numerose ramificazioni degli impianti

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 46 di 106	

principali per gli allacciamenti dei privati.

Nel progetto definitivo sono stati indicati i seguenti Enti gestori dei servizi pubblici: Terna, Enel, Amap, AMG, Amia, Telecom e Wind.

La verifica sul campo sui sottoservizi ha permesso di individuare ulteriori gestori i cui sottoservizi interferiscono con l'opera o che vengono coinvolti durante l'esecuzione dei lavori (Fastweb, BT Italia, Anello telematico Comune di Palermo, Guardia di Finanza, Polizia di Frontiera, Circonscrizione doganale di Palermo e Capitaneria di Porto).

Mentre per i servizi principali è stato possibile stabilire nella maggior parte dei casi un quadro chiaro della situazione esistente e in corso di realizzazione, sia in termini di tipo di servizio che in termini di ubicazione, per gli allacciamenti dei privati esiste un notevole disordine. Nella maggior parte dei casi infatti, gli stessi enti gestori sconoscono il numero e/o il posizionamento di tali ramificazioni, o comunque non sono in possesso di alcuna documentazione relativa a tali ramificazioni.

Tutti gli enti e le aziende contattate hanno fornito copia della documentazione in loro possesso o, in base alla loro documentazione, hanno dato indicazioni sulle interferenze con i loro servizi.

L'interferenza con i collettori fognari è stata tra i sottoservizi la principale problematica tecnica da risolvere. Le informazioni contenute nel Progetto Definitivo, le informazioni ricevute dall'Ente gestore e i numerosi rilievi effettuati in sito, non hanno permesso di definire con certezza l'ubicazione di alcuni tratti fognari. In particolare si sottolinea che in Piazza Politeama non ci sono dati sui collettori e che il progetto in questa area è stato redatto su ipotesi concordate con l'Ente, inoltre si segnala la totale assenza di informazioni sugli allacci trasversali alle utenze.

Per quanto riguarda l'area portuale, sono presenti diverse interferenze di attraversamenti che dalla via Crispi si dirigono all'interno del porto.

Il tracciato dedotto dalle osservazioni visive è indicato nelle planimetrie e nelle relative schede.

Come già segnalato in precedenza a seguito dei rilievi dei sottoservizi effettuati, ed in particolare delle fognature, è stata riscontrata una situazione diversa da quella individuata sugli elaborati ufficiali AMAP e sulle schede di risoluzione delle interferenze, disposte nel progetto definitivo di Italferr.

Le differenze riscontrate sono relative a posizione e dimensione dei collettori, a versi di deflusso delle correnti e recapiti finali.

Si evidenzia che una attenta e approfondita campagna di rilievo ha evidenziato la presenza di alcuni importanti collettori non censiti nel progetto definitivo, che presentano una quota di scorrimento interferente con la livelletta di progetto lungo il tratto di galleria in via Crispi, indirizzati verso l'interno del Porto con probabile recapito finale a mare. Tali indagini comunque pure se condotte in modo approfondito avevano lasciato qualche dubbio e pertanto di intesa con Italferr si decise di effettuare campagne integrative con una apposito video-ispezione.

Tale video-ispezione è stata eseguita il 5 agosto 2010 lungo i collettori nelle zone Via Piano dell'Ucciardone e in Via Crispi in prossimità dell'ingresso principale dell'area portuale.

Per una descrizione di dettaglio delle indagini eseguite e delle relative modalità, si rimanda al documento specifico contenete i relativi "file" video.

In ogni caso si evidenzia che le video ispezioni, hanno sostanzialmente confermato quanto già rilevato nei pressi dell'impianto di sollevamento dell'Ucciardone e hanno consentito definitivamente di accertare le quote di scorrimento fognarie in corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria in progetto.

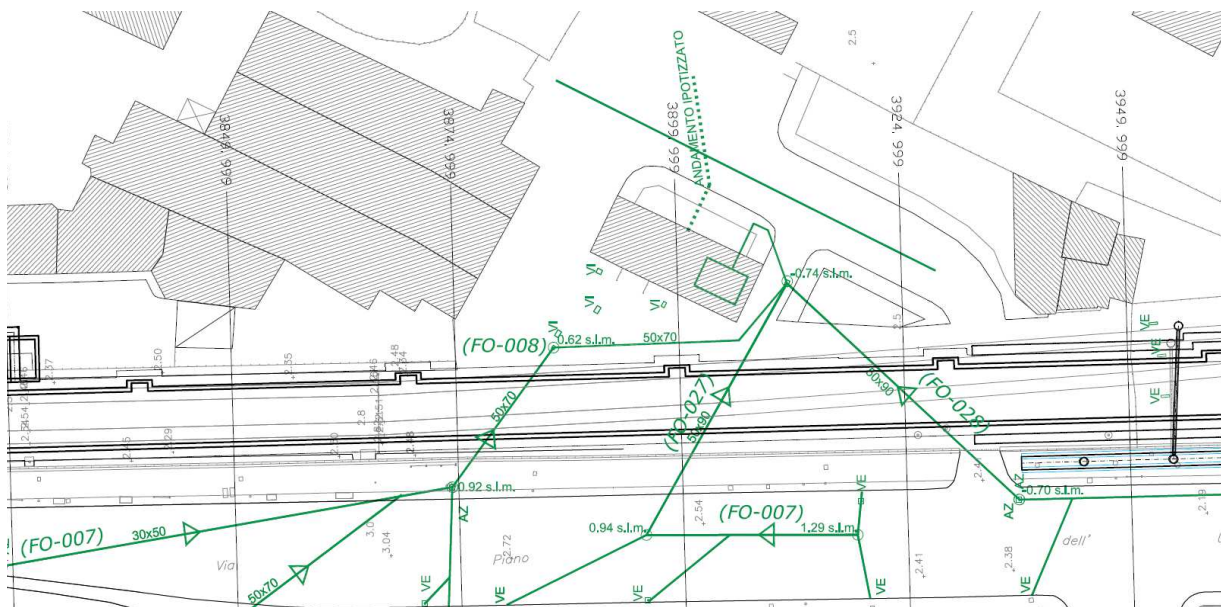
Nel tratto all'incrocio tra via Amari e via Crispi, la video-ispezione ha invece permesso di appurare che nel collettore 200x70 cm - il cui tracciato era già stato parzialmente individuato nei precedenti rilievi - scaricano due fognature di acque nere, una proveniente da via Amari e una proveniente da via Crispi (lato Foro Italico), e che il tracciato dopo il primo tratto già individuato in precedenza prosegue sotto il muro di cinta portuale, devia verso l'interno del porto e presumibilmente arriva a mare.

La video-ispezione non ha potuto raggiungere il recapito finale a causa della presenza di acqua quasi fino al cielo della fognatura, l'andamento planimetrico è stato infatti ricostruito con certezza soltanto i primi 34 metri a partire dal pozzetto di ingresso.

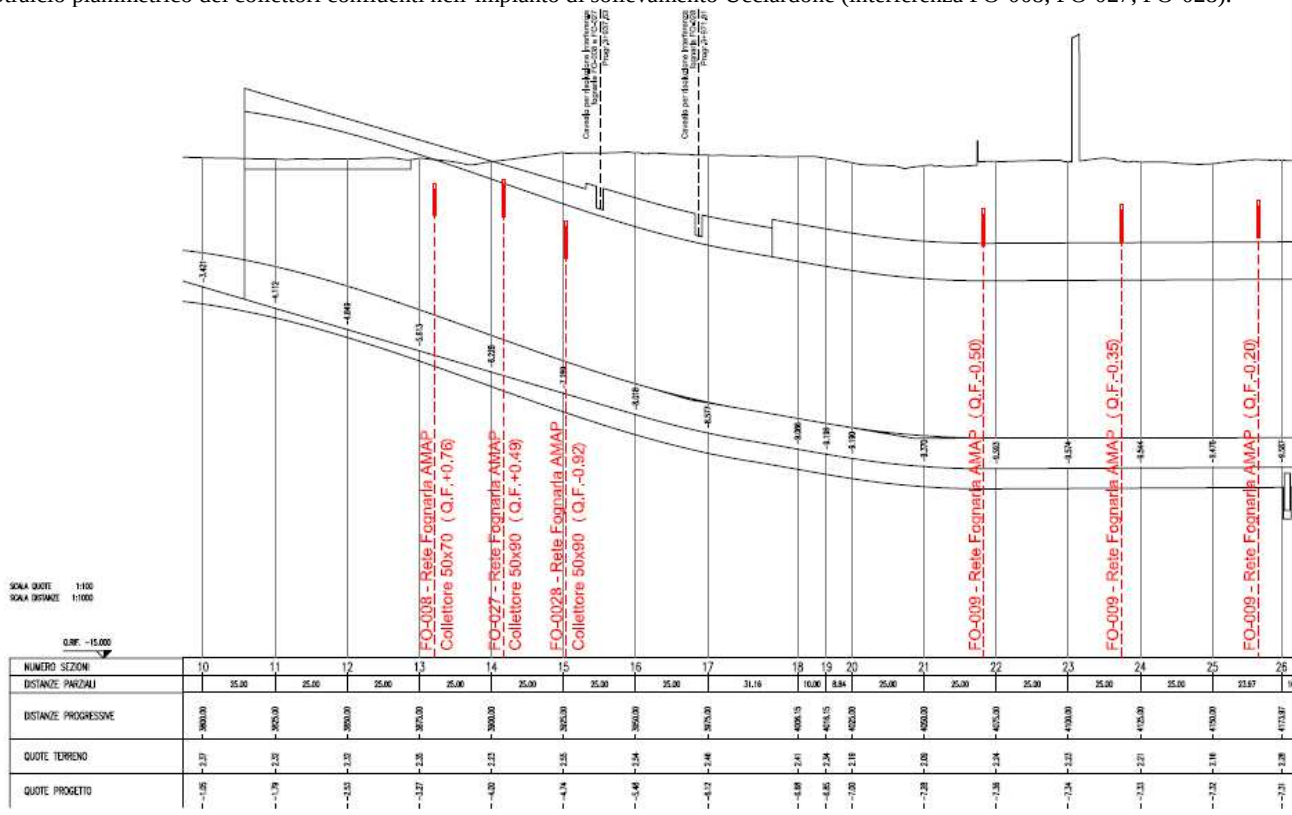
Si evidenzia ancora che con la video-ispezione è stato possibile individuare la quota di scorrimento del collettore 200x70 nel tratto di attraversamento della linea ferroviaria in progetto.

Le figure che seguono riportano la situazione finale desunta per i collettori in area portuale e Crispi/Amari.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandatara) 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 47 di 106

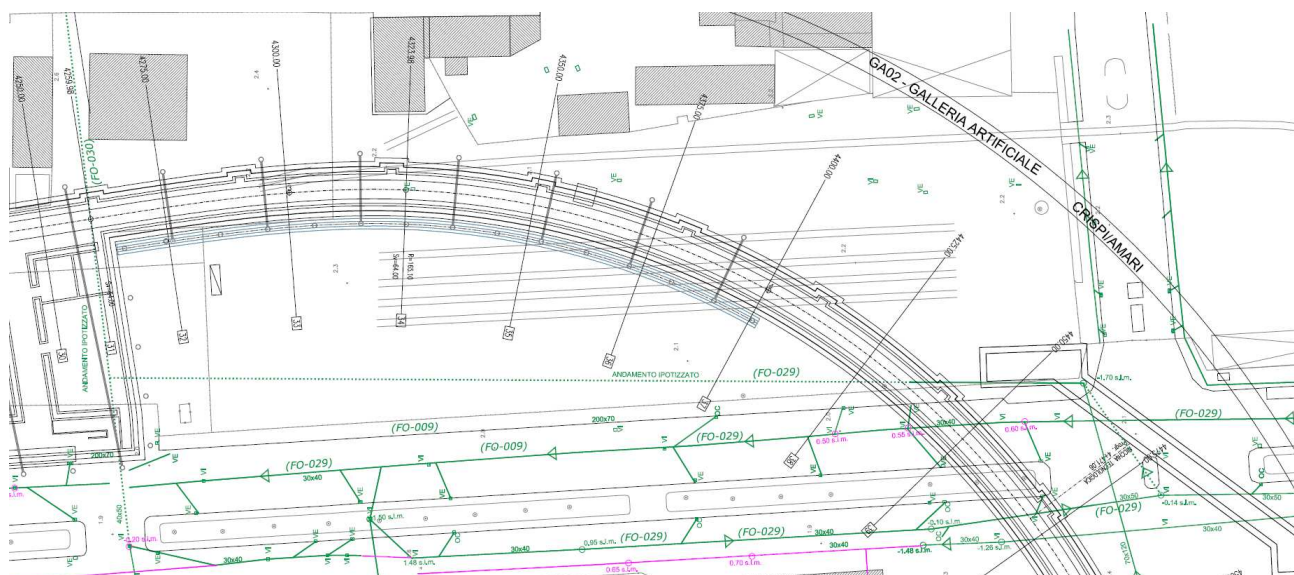


Stralcio planimetrico dei collettori confluenti nell'impianto di sollevamento Ucciardone (interferenza FO-008, FO-027, FO-028).



Profilo di progetto in corrispondenza delle interferenze con i collettori confluenti nell'impianto di sollevamento Ucciardone (interferenza FO-008, FO-027, FO-028).

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 48 di 106	



Stralcio planimetrico del collettore 200x70 in corrispondenza del curvone di ingresso di via Amari (interferenza FO-029)

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 49 di 106



Profilo di progetto in corrispondenza del collettore 200x70 (interferenza FO-029)

4.1.7 Censimento edifici

Nell'ambito degli studi e delle indagini svolte per lo sviluppo del P.E., sono state condotte attività di censimento dei fabbricati, in particolare, al fine di poter analizzare le problematiche esecutive delle paratie e delle trincee e le possibili interferenze con i fabbricati circostanti, è stato effettuato il censimento di tutti i fabbricati ricadenti in una fascia di circa 70 m a cavallo della linea ferroviaria. Tale indagine è stata condotta con l'obiettivo di caratterizzare la tipologia costruttiva e strutturale, per poter effettuare le opportune valutazioni statiche. Il P.E. ha individuato e quantificato, seppur parzialmente, le demolizioni e i ripristini osservabili dall'esterno lasciando l'individuazione e la quantificazione di eventuali ulteriori lavorazioni non evidenziate in P.E. alla successiva fase di esecuzione dell'opera.

Per ciascun fabbricato i risultati delle indagini condotte sono stati riportati, in sintesi, in una *scheda di censimento del fabbricato*, corredata dalla relativa documentazione fotografica, e da una planimetria di localizzazione dei fabbricati. Le principali considerazioni sull'analisi di tali criticità è stata evidenziata riportando nella scheda di censimento la necessità di monitorare il fabbricato durante il corso dei lavori. Tali edifici sono inclusi nel Piano di monitoraggio degli edifici e soggetti al controllo strumentale in fase esecutiva.

In particolare, ciascuna scheda riporta i seguenti dati:

- Codice di identificazione (ID) del fabbricato;
- L'indicazione dell'eventuale necessità di monitorare il fabbricato durante i lavori;
- I dati caratteristici del fabbricato
- Il numero di piani fuori 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 50 di 106	

- La presenza, numero e altezza di piani cantinati o seminterrati;
- La destinazione d'uso del fabbricato;
- Lo stato di conservazione;
- La tipologia strutturale;
- Eventuali note di dettaglio sui piani cantinati

Le risultanze emerse dalle attività di indagine hanno consentito la redazione del Piano di monitoraggio degli edifici: in cui sono analizzate le situazioni più critiche individuando le modalità di controllo e di monitoraggio delle strutture degli edifici durante la fase di esecuzione dei lavori.

4.2 GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

4.2.1 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:

- Biocalcareniti bianche a grana medio-fine uniforme, prevalentemente tenere, porose, presenti in banchi omogenei;
- Biocalcareniti reefoidi a coralli;
- Biocalcareniti a grana fine e media, da mediamente cementate a molto cementate, tessitura uniforme, in banchi e strati ben definiti;
- Calcilutiti;
- Arenarie ben cementate;
- 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;
- Biocalcareniti a tessitura nodulare, composte da noduli calcarenitici e stratonodulari interconnessi tra loro con sabbie poco addensate che occupano gli spazi internodulari;
- Biocalcareniti sabbiose, a grana medio fine uniforme, porose, a cementazione variabile;
- Sabbie calcarenitiche gialle o bianche a grana uniforme medio-fine con inclusi noduli calcarenitici;
- Sabbie grossolane e ghiaie;
- 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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 51 di 106	

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

Mineralogicamente sono costituite da fillosilicati quali clorite, caolinite, montmorillonite ed illite; inoltre sono presenti minerali di ferro quale siderite e pirite.

La struttura si presenta scagliettata e caotica, con scaglie millimetriche, talora lucide per effetti di striature, legate agli stress tettonici che si sono avvicendati nel corso degli eventi geologici.

La stratificazione è assente, distinguibile raramente in presenza dei livelli quarzarenitici.

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.

4.2.2 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:

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 52 di 106	

- 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 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.

4.2.3 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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 53 di 106	

deflusso superficiale.

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 infiltratesi 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 tomografiche 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.

4.3 GEOTECNICA

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 Appenninica – 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)

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 54 di 106	

- **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 ocre 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 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.

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).

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 55 di 106	

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.

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 rigidità utili ai fini progettuali, verranno stimati con il metodo proposto da Hoek e Brown [2002].

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 56 di 106	

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' °	c_u 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
 c_u = 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.

4.4 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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 57 di 106	

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.

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.

Nonostante le gallerie di linea prevedano l'impermeabilizzazione delle pareti, 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 ÷ 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.

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.

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 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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 58 di 106	

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 tubazione 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) 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 59 di 106	

5. IL PROGETTO ESECUTIVO

Gli studi, rilievi ed indagini approntati in fase esecutiva, hanno consentito, durante lo sviluppo del P.E., un approfondimento multidisciplinare dal quale sono emerse una serie di ottimizzazioni e varianti progettuali, rispetto al P.D. Tali modifiche hanno comportato i seguenti vantaggi:

- riduzione delle interferenze con gli edifici adiacenti la linea;
- risoluzione delle interferenze con i collettori fognari, senza alterare il complesso e vetusto schema fognario;
- ottimizzazioni delle modalità e fasi realizzative, minimizzando quindi i costi connessi alla gestione delle materie;
- utilizzo di attrezzature e mezzi d'opera compatibili con gli spazi utili;
- riduzione dell'impatto delle lavorazioni con il sistema antropico adiacente la linea.

La redazione del P.E. ha tenuto inoltre conto delle richieste Italferr, formulate nella fase di avvio alla progettazione esecutiva, e delle prescrizioni previste in sede di Conferenza dei Servizi.

Con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001321 del 23/04/2010 è stata comunicata la dismissione del raccordo Porto/Fincantieri e quindi la condivisione della variante relativa all'eliminazione del binario di collegamento con il porto.

Con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001340 del 31/05/2010 è stata comunicata la soluzione progettuale da seguire per la variante di via Scordia, che investe la GA02.

Con i rapporti di verifica di maggio-agosto 2011, sono state richieste alcune modifiche di carattere tecnico ed economico, recepite nelle revisioni consegnate.

Nel seguito, dopo aver illustrato i criteri e le caratteristiche progettuali generali del P.E., vengono riportate le caratteristiche tecniche dell'infrastruttura ferroviaria, dell'armamento, delle opere d'arte, nonché delle stazioni e fermate e degli impianti ferroviari. Infine vengono illustrati gli aspetti relativi alle interferenze, espropri e demolizioni e gli interventi previsti per il recepimento delle prescrizioni formulate in sede di Conferenza dei servizi.

5.1 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Il presente P.E. è stato sviluppato sulla base di un nuovo rilievo di dettaglio aggiornato (rilievo celerimetrico) seguendo gli stessi criteri ed indirizzi progettuali del P.D. il quale, congiuntamente alla documentazione contenuta nei relativi dati di base, ha costituito la base di riferimento per le ottimizzazioni e gli approfondimenti progettuali che si sono resi necessari nel passaggio alla fase di progettazione esecutiva.

Lo sviluppo del P.E. 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 e requisiti di base forniti da R.F.I. ed adottati nel P.D.. secondo cui la linea in progetto è per servizio passeggeri a carattere commerciale con velocità di tracciato pari a 60 km/h.

Per quanto riguarda l'andamento planimetrico, il P.E. ha sostanzialmente confermato i parametri degli elementi geometrici del P.D. intervenendo in tutti i casi in cui le variazioni all'andamento altimetrico comportavano un coordinamento 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.	Progr. fin.	L	R
----------	------------	-------------	---	---

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 60 di 106	

	[m]	[m]	[m]	[m]
rettifilo	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
rettifilo	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
rettifilo	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
rettifilo	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
rettifilo	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
rettifilo	4897,95	4927,47	29,52	∞
parabola	4927,47	4937,47	10,00	variabile
curva	4937,47	4975,52	38,05	1550,00
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	∞

Per quanto riguarda l'andamento altimetrico, come già detto nei precedenti paragrafi, è stato necessario modificare notevolmente la livelletta di progetto, con un abbassamento diffuso dell'intera tratta, rispetto al piano campagna, ma sempre rispettando le massime pendenze previste nel P.D. e coerente con il programma di esercizio formulato in sede di progettazione definitiva.

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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 61 di 106	

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	∞

Per quanto riguarda il corpo stradale ferroviario, sono state adottate configurazioni della piattaforma ferroviaria e delle opere di smaltimento delle acque congruenti con il P.D. e con tipologie idonee a garantire il livello prestazionale e qualitativo corrispondente all'infrastruttura in progetto. In particolare, le sezioni tipo sono state definite coerentemente ai criteri impiegati nel P.D..

Per quanto riguarda le opere d'arte, in relazione alle criticità e problematiche riscontrate nella soluzione progettuale del P.D., descritta precedentemente al par. 3.3, il P.E. ha previsto una serie di varianti e ottimizzazioni progettuali finalizzate ad assicurare la realizzazione delle opere in condizioni di massima sicurezza evitando, per quanto possibile, l'impatto sulle aree adiacenti e ottimizzando modalità fasi e tempi di esecuzione. In particolare, sono state previste opere di sostegno costituite da pali di grande diametro realizzati con elica continua e impermeabilizzazioni e/o consolidamenti del fondo scavo con tecniche più efficaci in funzione delle caratteristiche dei terreni riscontrate dalle indagini.

Per quanto riguarda il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, sono state confermate le soluzioni adottate nel P.D.

Mentre per quanto riguarda le nuove stazioni/fermate, sono state previste alcune variazioni geometriche, sia per la presenza delle interferenze con i sottoservizi, sia per la rispondenza alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi.

Infine per quanto riguarda gli impianti, con il P.E. è stato sviluppato il progetto degli impianti in conformità alle normative attualmente in vigore, su indicazioni dei tecnici Italferr.

5.2 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

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).

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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 62 di 106	

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.

Layout funzionale del tracciato

Sono state previste due fasi funzionali (scenari):

1. prolungamento dell'attuale binario di Giachery sino alla stazione di Politeama (prevista con due binari di attestamento) servendo la zona del porto con una fermata intermedia e realizzando nel tratto di linea esistente tra Notarbartolo e Fiera, la fermata Libertà.
2. chiusura effettiva dell'anello ferroviario realizzando il tratto di linea compreso tra Politeama e la stazione di Notarbartolo.

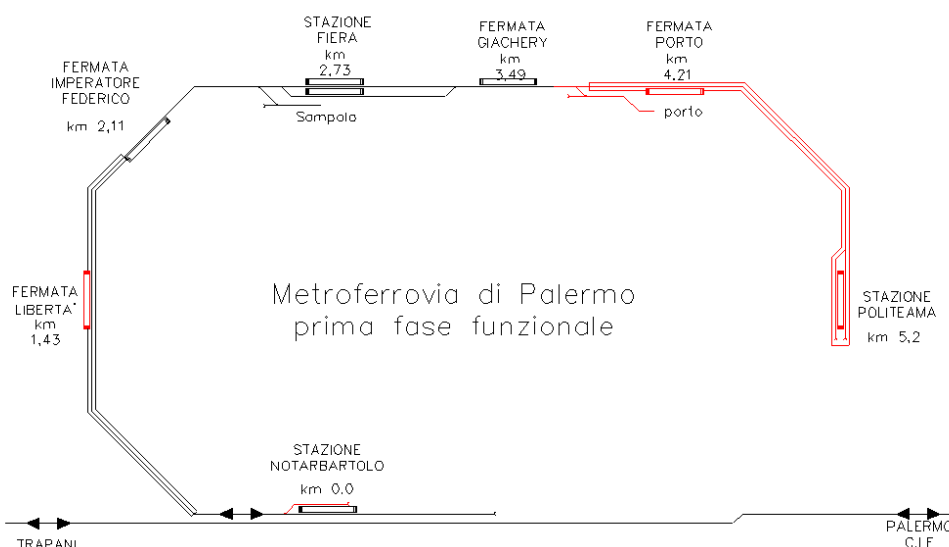
Le ipotesi poste alla base dell' esercizio sono le seguenti:

- *Materiale rotabile:* treno tipo MINUETTO. Lunghezza convoglio circa 52 metri e con capacità complessiva di 345 passeggeri;
- *velocità massima di percorrenza* di 70 Km/h Nel tratto Giachery – Porto a causa dei limiti di tracciato (raggio di curvatura) la velocità massima è di 60 Km/h

La fase funzionale intermedia con servizio tra Notarbartolo e Politeama prevede il servizio tra le stazioni di attestamento di Notarbartolo e Politeama prevedendo l'incrocio dei treni nella stazione intermedia di Fiera e la fermata a Libertà, Imp. Federico, Giachery e Porto.

Per aumentare la frequenza del servizio e ridurre la probabilità di ritardi non riassorbili si è considerata la possibilità di effettuare nella stazione di Fiera gli arrivi contemporanei particolarmente vantaggiosi data la distanza tra le attuali punte scambi. Il diagramma orario è stato così impostato:

- ora di punta 1 treno/ ogni 15' per senso di marcia- freq 4 treni/1 h;
- tempo di sosta per ogni fermata di 45"



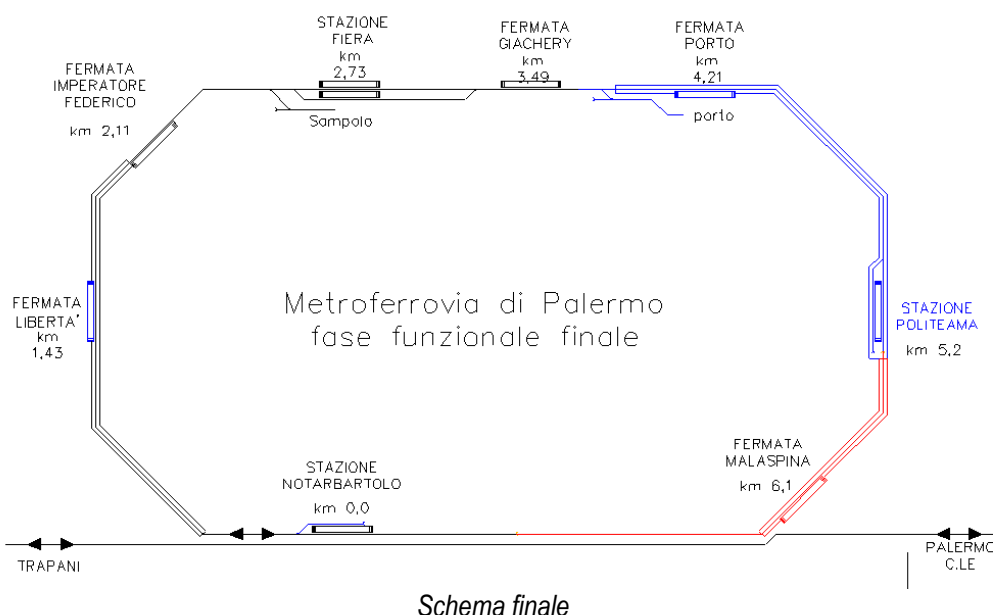
Schema della prima fase funzionale

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 63 di 106	

Nella fase funzionale finale la chiusura dell 'anello consente di ottenere il servizio circolare monodirezionale con :

- tempo giro - tra 17' ed 18';
- 1 minuto di sosta per le fermate;
- 1 treno ogni 5 minuti.

Con la circolazione monodirezionale un viaggiatore, nel caso critico, per raggiungere la stazione servita precedentemente in base al senso di marcia, impiega mediamente 18' (circa 16' di percorrenza più 2' e 30" di attesa alla fermata di partenza).



5.3 ARMAMENTO

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.

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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 64 di 106	

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.

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

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.

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

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.

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.

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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 65 di 106	

5.4 OPERE D'ARTE

Nel presente paragrafo si illustrano le opere d'arte principali previste nel P.E. evidenziando le soluzioni progettuali adottate in variante rispetto al P.D. con relativi motivazioni e vantaggi. Si esaminano, specificamente, le due gallerie artificiali GA01 e GA02.

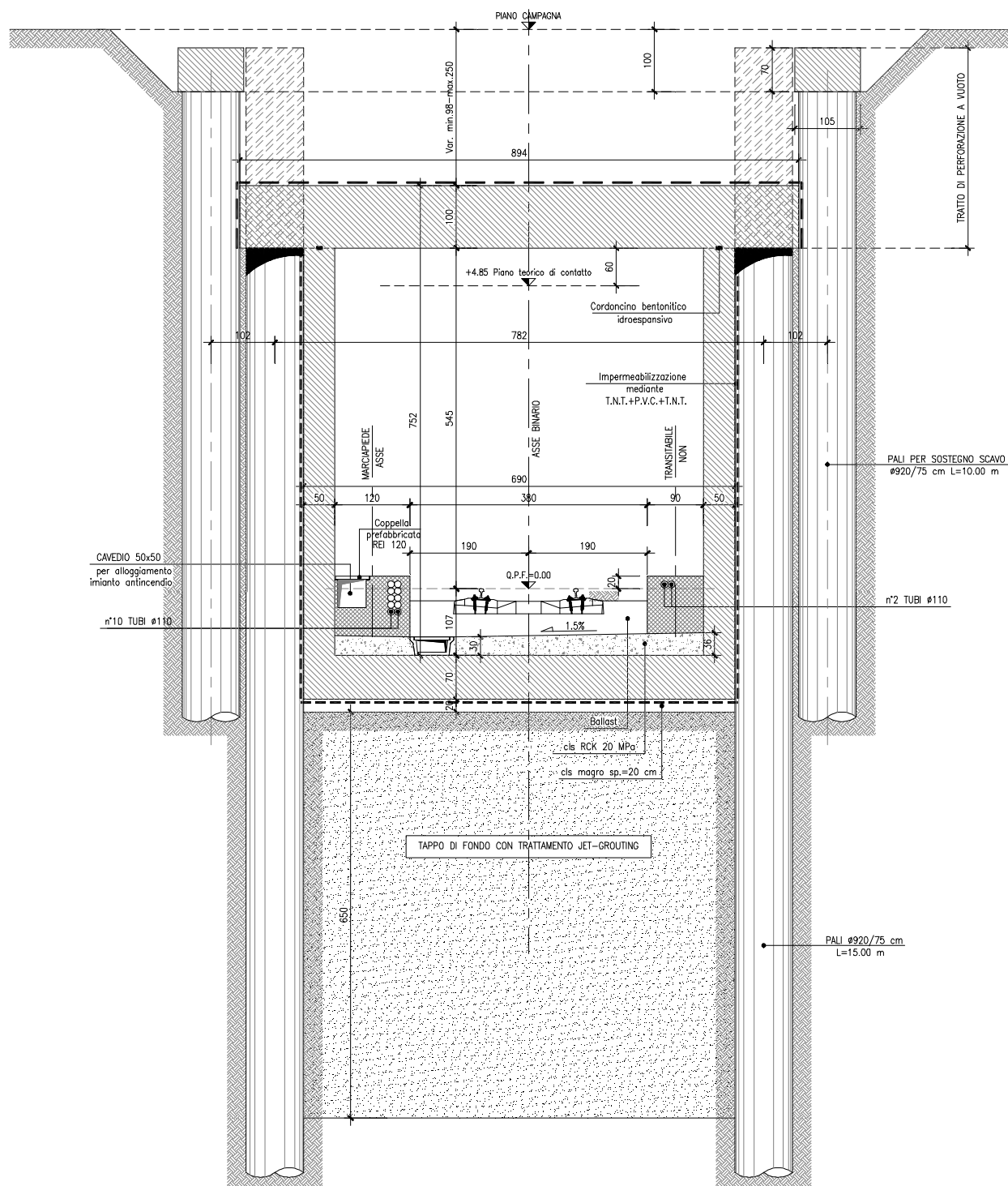
GA01 e GA02 sinì a prog. 4+540

Se dal lato tecnico la soluzione proposta, permette come detto in precedenza, di garantire la continuità monte valle dei collettori fognari che attraversano la linea, dal punto di vista economico, aver portato l'intradosso del solettone a quota non superiore a 4 m dal piano campagna, consente di contenere al minimo, le quantità di terreno da conferire a discarica per rifiuti non pericolosi, movimentando in maniera separata tutta la restante parte di terreno, posta al di sotto del solettone di copertura, scavata a foro cieco, che dopo le analisi in sito, in funzione dei risultati ottenuti può, in buona parte essere conferito a discarica per inerti, con notevole riduzione dei costi.

Eventuali alternative progettuali, che non prevedono il trattamento separato dei primi 4 metri di terreno, comporterebbero notevoli incrementi dei costi.

La soluzione progettuale adottata, prevede la realizzazione di diaframmi continui di pali con tecnologia CSP (Cased Secant Piles), contrastati dai solettoni in c.a. di copertura e di base. La sezione tipo è rappresentata nella figura che segue.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 66 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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 67 di 106	

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:

- 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.

Tenuto conto dell'aggravio economico generato dalla presenza della paratia di "primo salto" sono state analizzate e sottoposte al Committente altre due alternative che eliminano la presenza di essa ma comportano alcuni svantaggi in termini di impegno strutturale ed efficienza del sistema di impermeabilizzazione comportando quindi una riduzione in termini di durabilità all'opera. A tal proposito si segnala che il documento "RS7201EZZRGGA000X001B " illustra le soluzioni tecniche alternative, effettua un confronto tra esse e la soluzione adottata sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista economico ed individua i "costi" e i "benefici" derivanti dall'adozione della soluzione proposta.

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.

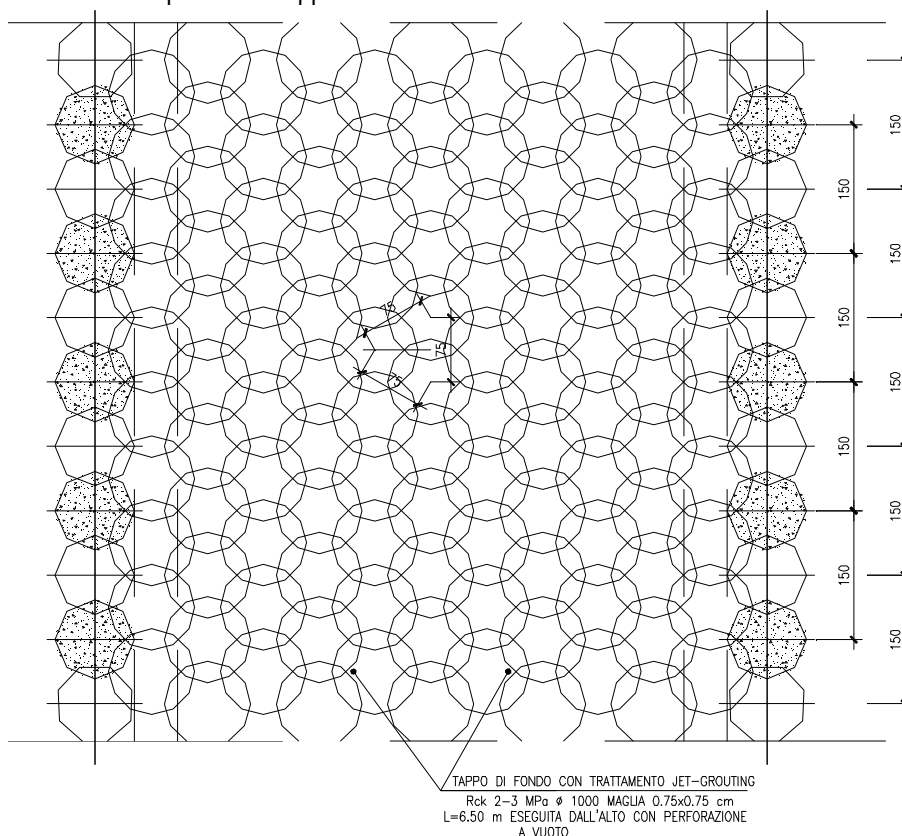
Nelle revisioni precedenti del PE il tappo di fondo era stato presentato con una nuova tecnologia denominata super jet grouting più efficiente rispetto al jet grouting classico, che è stato introdotto nell'ultima revisione del Progetto Esecutivo a seguito dell'istruttoria di Italferr.

La minore affidabilità della tecnologia tradizionale rispetto a quella proposta, non ha consentito di apportare tutte le riduzioni prospettate nel documento RS7201EZZRGMD0000004B, inoltre occorre segnalare che la scelta del diametro e della maglia ($\Phi 1500 \ 1.50 \times 1.50 \text{m}$) non ottenibili con tecnologia jet-grouting classica, era anche finalizzata a ridurre drasticamente le perforazioni a "vuoto" che incidono sul costo complessivo dell'intervento oltre che produrre un allentamento del volume di terreno attraversato.

La soluzione prevista è costituita da pali jet-grouting $\Phi 1000$ con maglia triangolare di lato 0.75m, la cui efficacia andrà confermata con opportuno campo prova.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 68 di 106	

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



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.

La soluzione proposta elimina, pertanto, l'opera di presidio degli edifici, previsti nel P.D., offrendo, le massime garanzie di sicurezza e minimizzando rischi e disturbi ai fabbricati adiacenti, in particolar modo in fase di realizzazione.

Gli effetti dello scavo con le paratie proposte sono stati valutati nelle fasi intermedie e nella fase finale, analizzando gli spostamenti orizzontali indotti dall'opera e conseguenti spostamenti verticali e rotazionali del piano campagna superficiale, verificandone la compatibilità con gli edifici presenti.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 69 di 106	

GA02 da prog.4+540 a prog.5+000

Il tratto di galleria in variante 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.

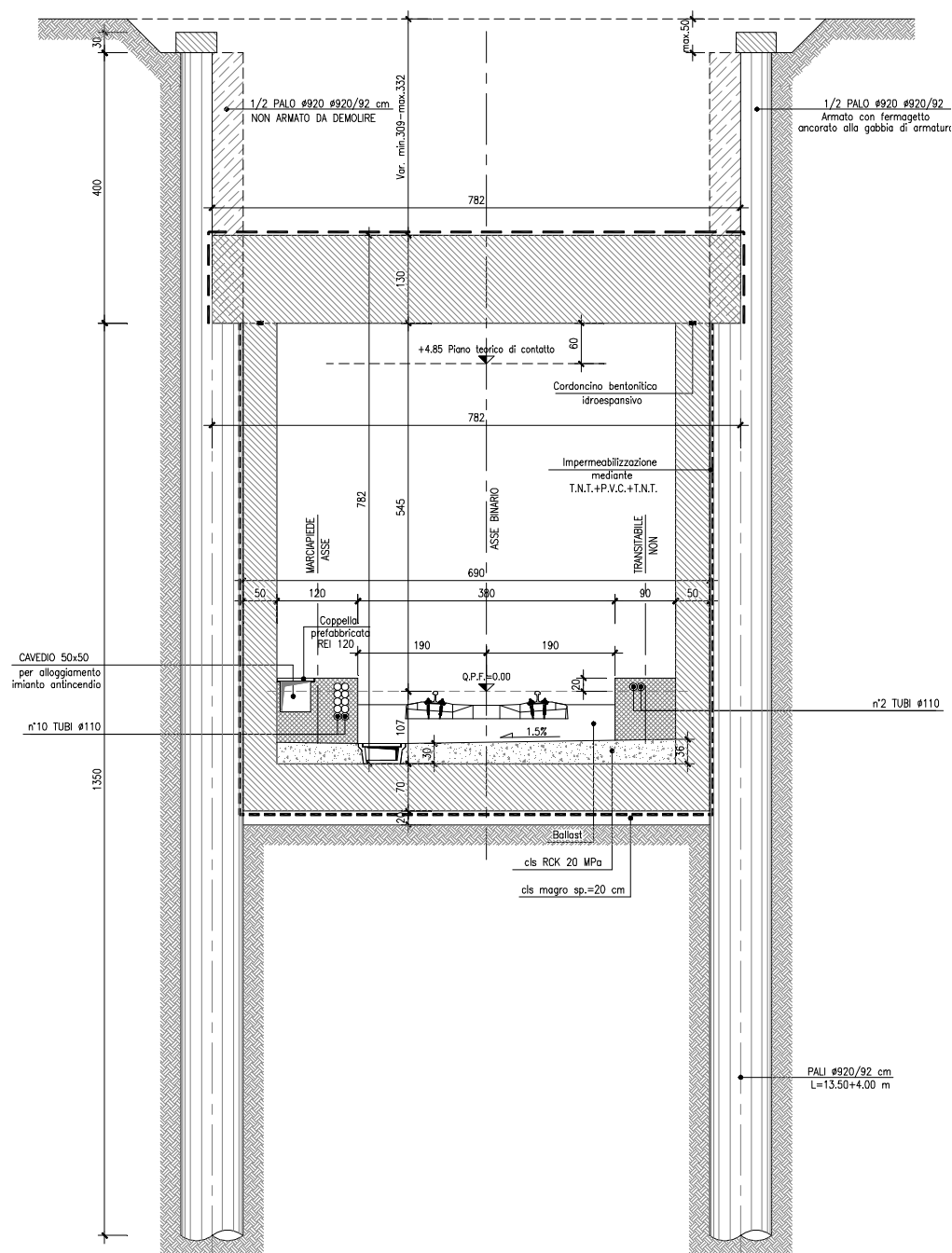
Tali elementi hanno indotto all'adozione di un sistema costruttivo che consente di limitare al minimo gli scavi, sfruttando le paratie laterali sia come opere di sostegno dello scavo che come appoggio del solettone di copertura.

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.

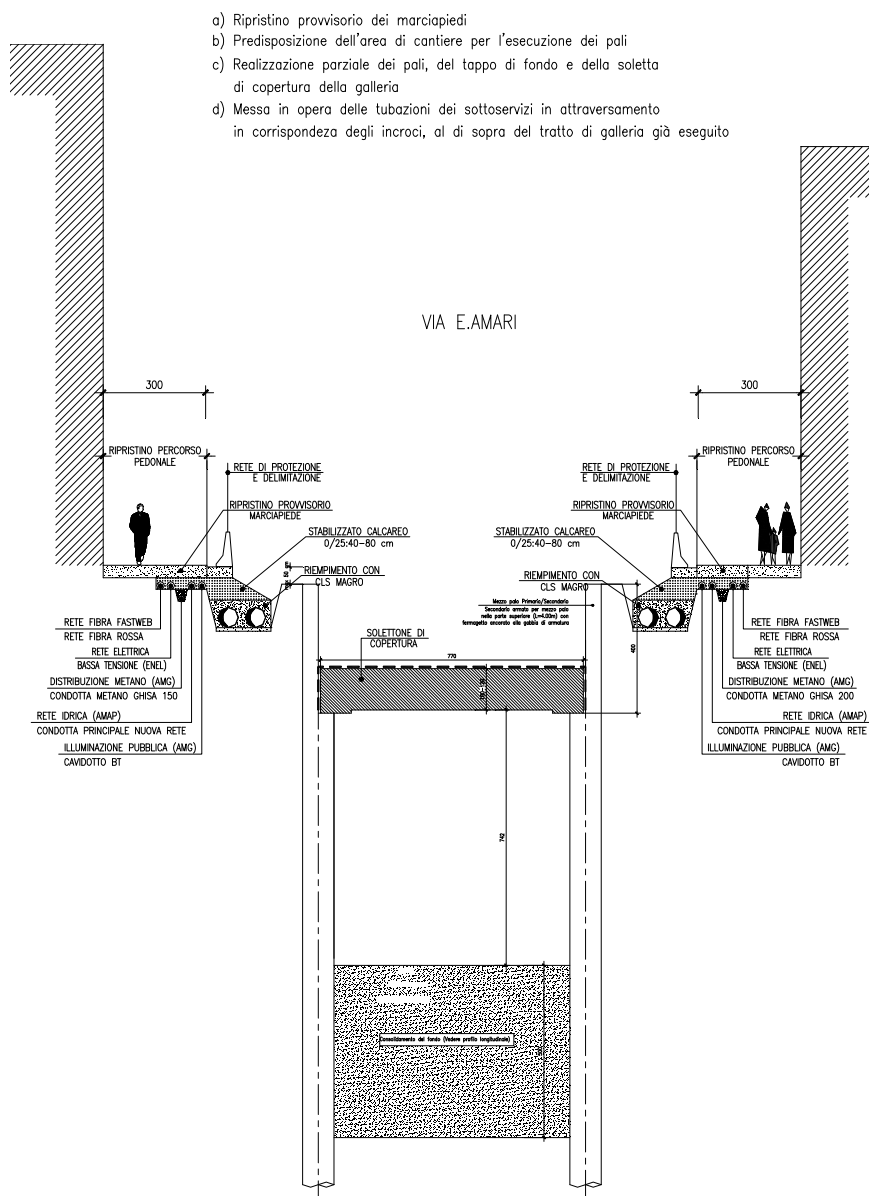
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante) 				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 70 di 106



Per quanto concerne il consolidamento del fondo scavo, dove sono presenti Flysh Numidici, era previsto un sistema di puntoni, ottenuti con pali secanti di diametro $\Phi 920$ ad interasse di 75 cm disposti ogni 1.84m in senso longitudinale. Nei rapporti di verifica Italferr, ha chiesto di verificare la possibilità di eliminare o ridurre l'entità di tali setti di contrasto. Il nuovo PE non prevede i pali puntone al piede delle paratie accogliendo le osservazioni di Italferr, ma tale circostanza ha comportato un aggravio delle sollecitazioni nei pali, con conseguente aumento delle incidenze di acciaio.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 71 di 106	

Nei tratti di attraversamento di consistenti banchi di quarzarenite che si presentano fratturati, il consolidamento era previsto nella prima versione del PE tramite iniezioni di opportune malte cementizie o resine, per la chiusura delle fratture. In ottemperanza a quanto richiesto da Italferr nei RdV, il consolidamento è previsto con le stesse tecniche individuate nel PD. 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 72 di 106	

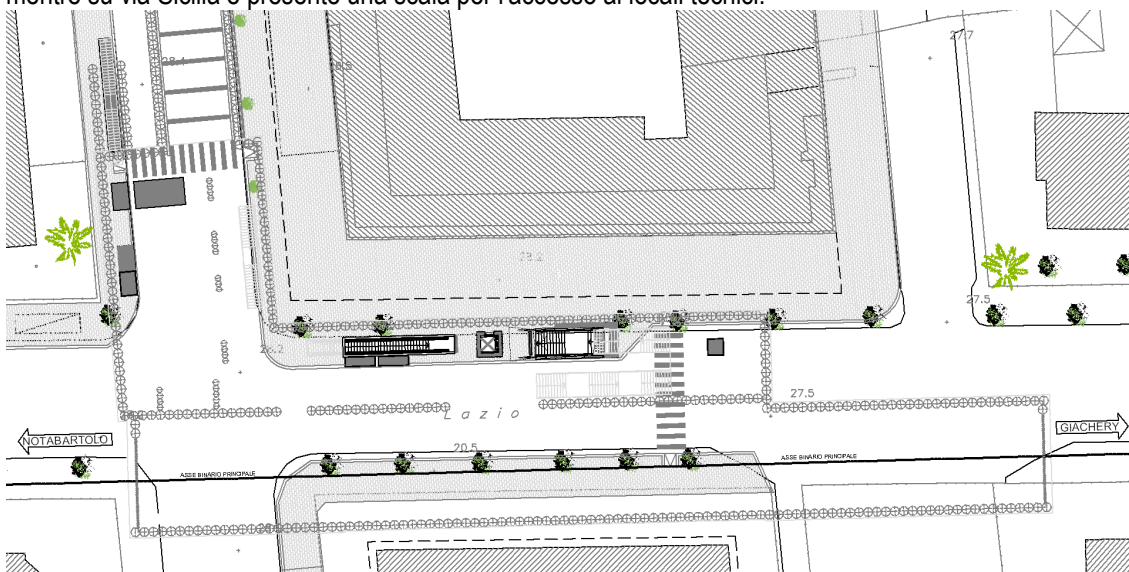
5.5 STAZIONI E FERMATE

Il progetto prevede la realizzazione delle fermate Libertà e Porto e la stazione Politeama

Fermata Libertà

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.

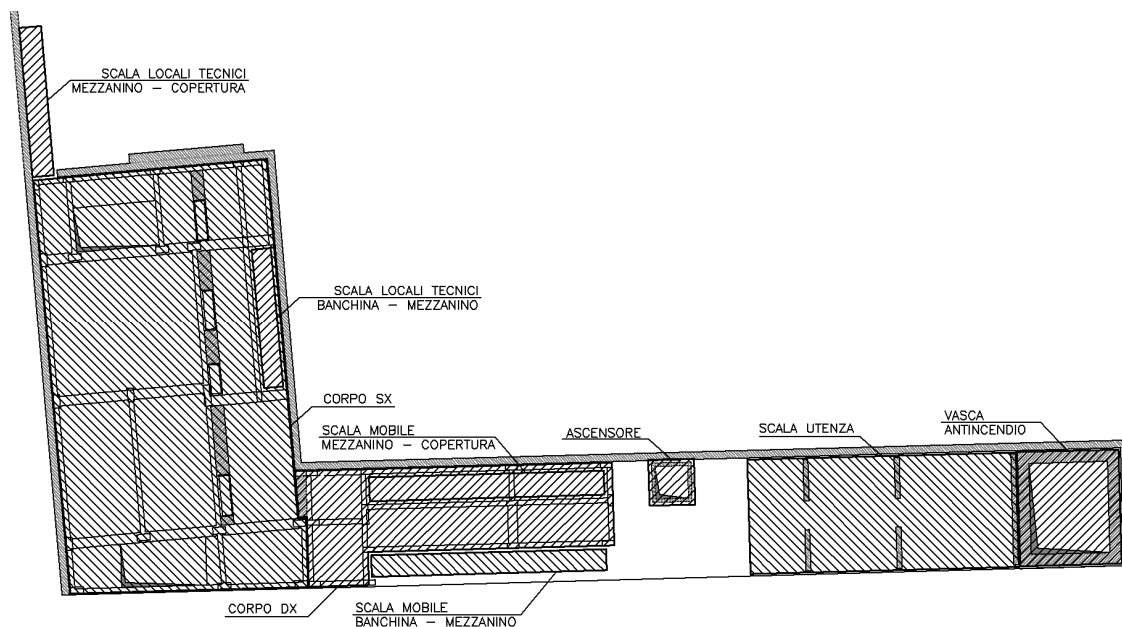


Vista di insieme della fermata Libertà, con ubicazione dei locali tecnici.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 73 di 106	

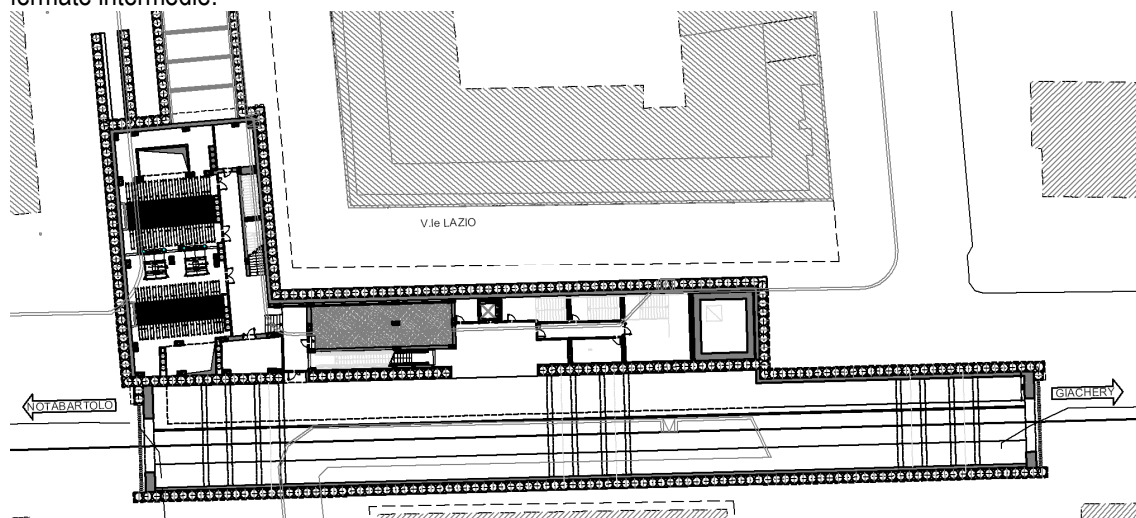


Schema planimetrico con indicazione dei vari corpi costituenti la Fermata.

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.

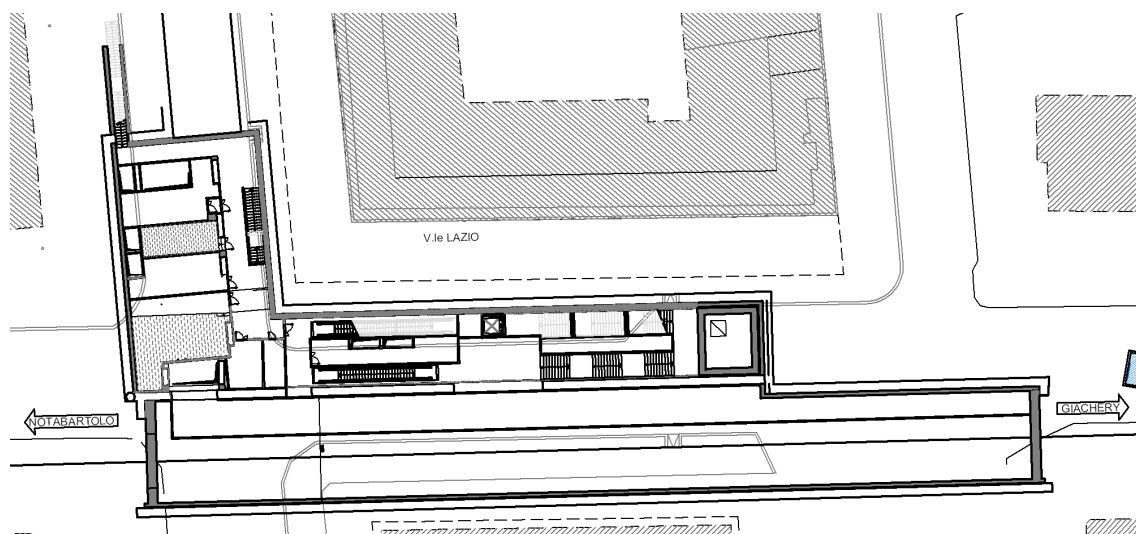
La scala fissa per gli utenti è ubicata nella parte sinistra della fermata, e collega il piano banchina con il piano stradale; anche l'ascensore, posizionato frontalmente all'uscita degli utenti sulla banchina di stazione, collega i due piani senza fermate intermedie.



Planimetria generale in corrispondenza del piano 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 74 di 106	

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 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.

Fermata Porto

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 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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 75 di 106	



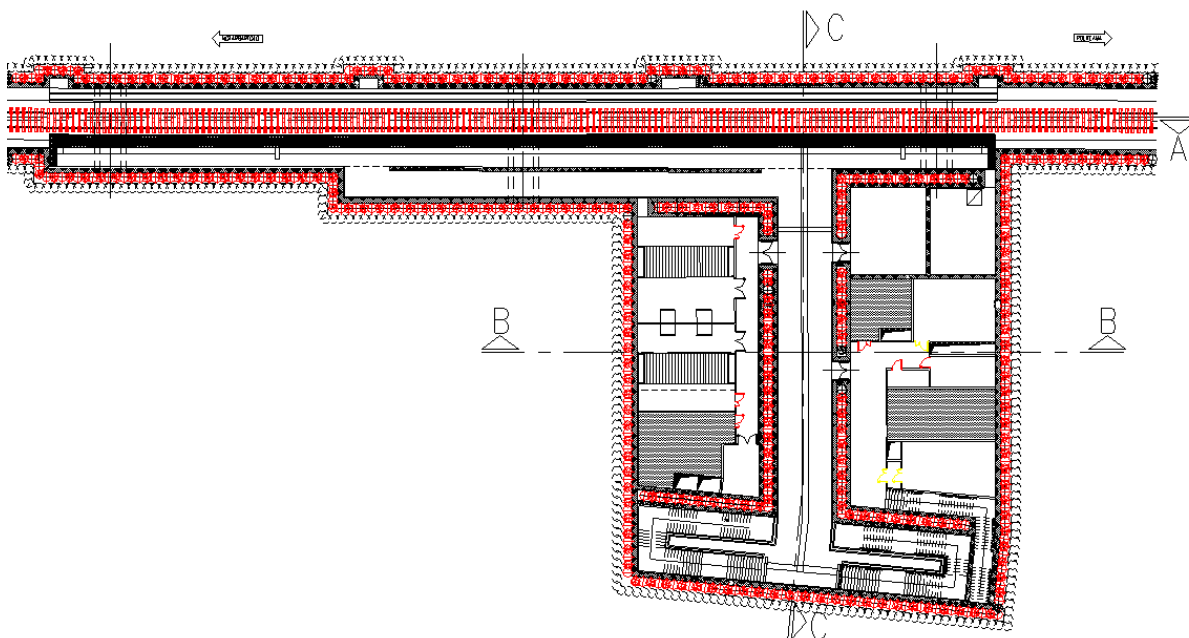
Ubicazione Planimetrica della fermata Porto con indicazione degli edifici limitrofi

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 76 di 106	

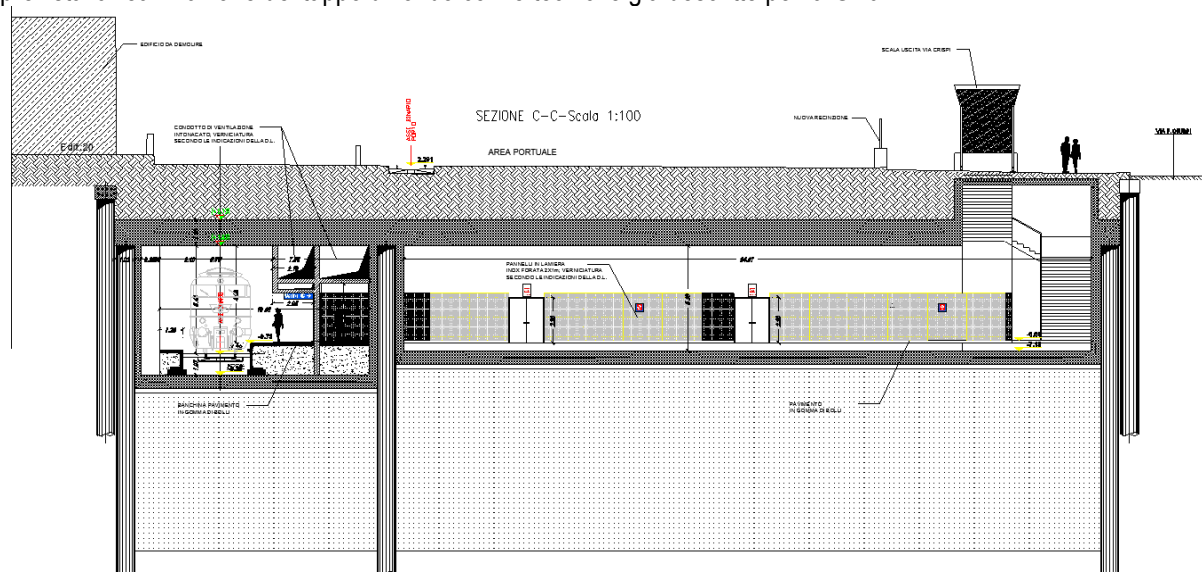


Planimetria a quota banchina della fermata

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.



Sezione trasversale della fermata in corrispondenza di via Crispi

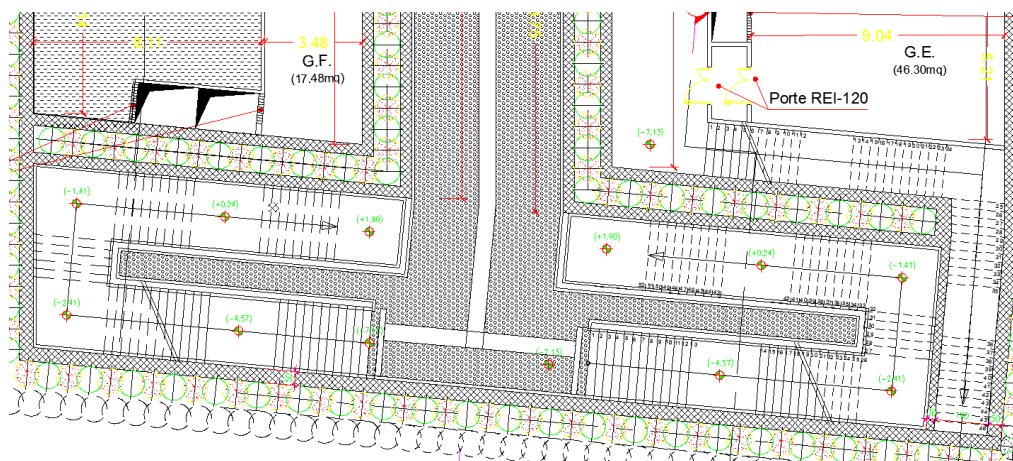
Il marciapiede della banchina per l'imbarco/sbarco dei passeggeri dai convogli è dimensionato per il numero di utenti che

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 77 di 106

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.

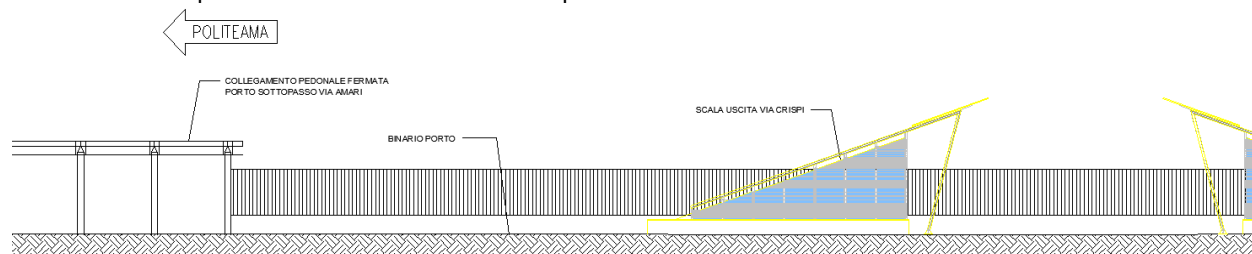
Il nucleo di accesso ubicato a piano strada si compone di due scale fisse di larghezza 2,4 m. e di una scala a servizio dei locali tecnici. Al centro tra le scale simmetriche è ubicato l'ascensore per le utenze deboli. Gli accessi sono protetti da una pensilina di copertura in vetro e metallo per garantire 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.



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.



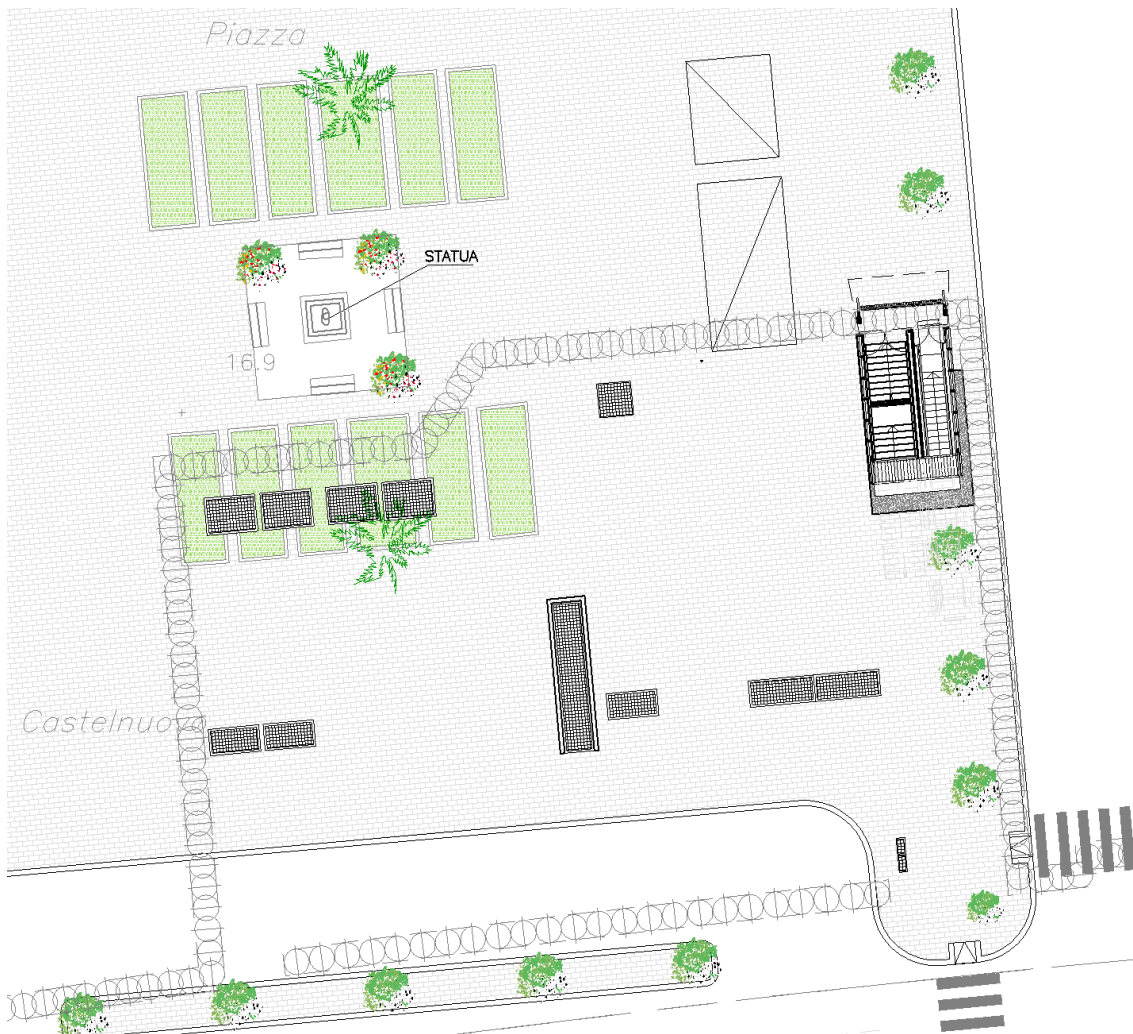
Percorso pedonale

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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 78 di 106	

Stazione Politeama

La stazione ha una pianta irregolare e consiste di due elevazioni interrato, oltre alla copertura del corpo stazione sulla quale grava il piano stradale. La superficie di ciascun piano è di circa 850 m², e l'ingresso ai piani è consentito da due rampe di collegamento.



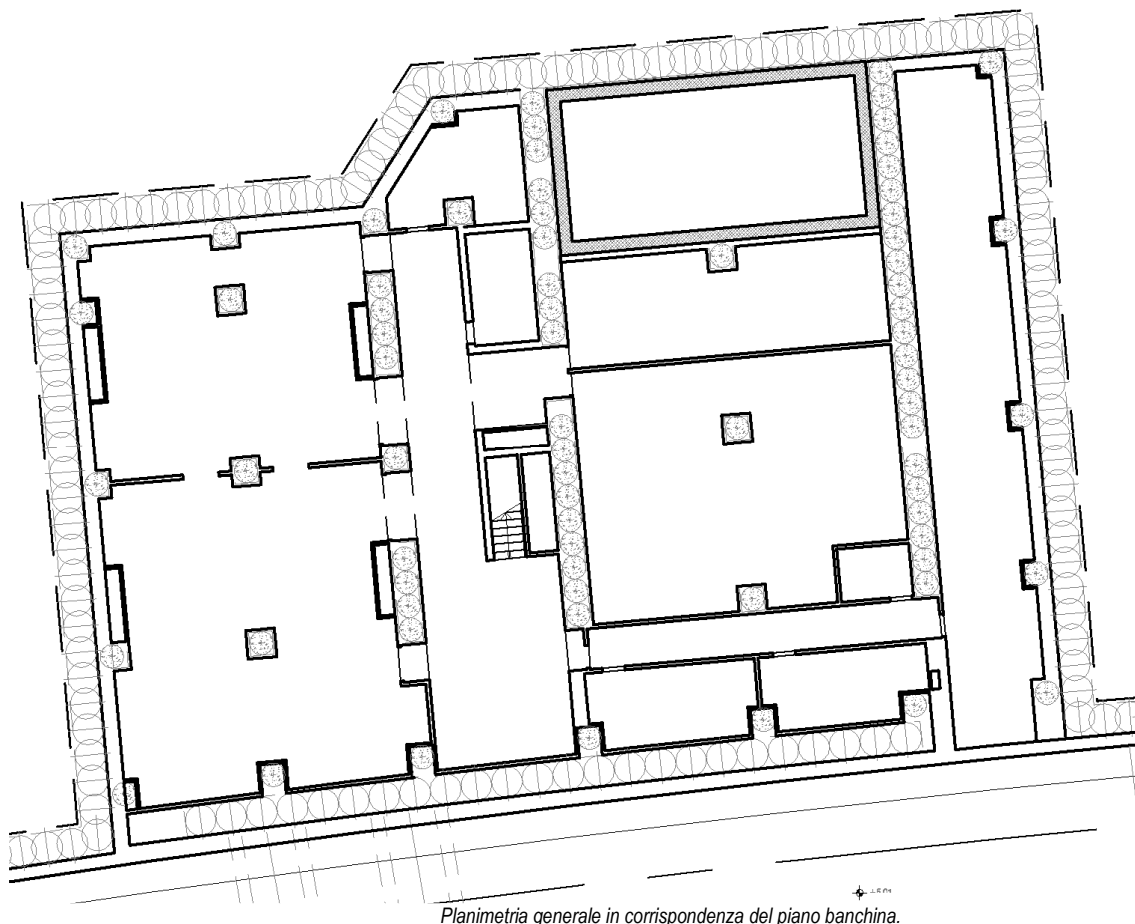
Vista di insieme della piazza Castelnovo, con ubicazione dei locali tecnici.

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.

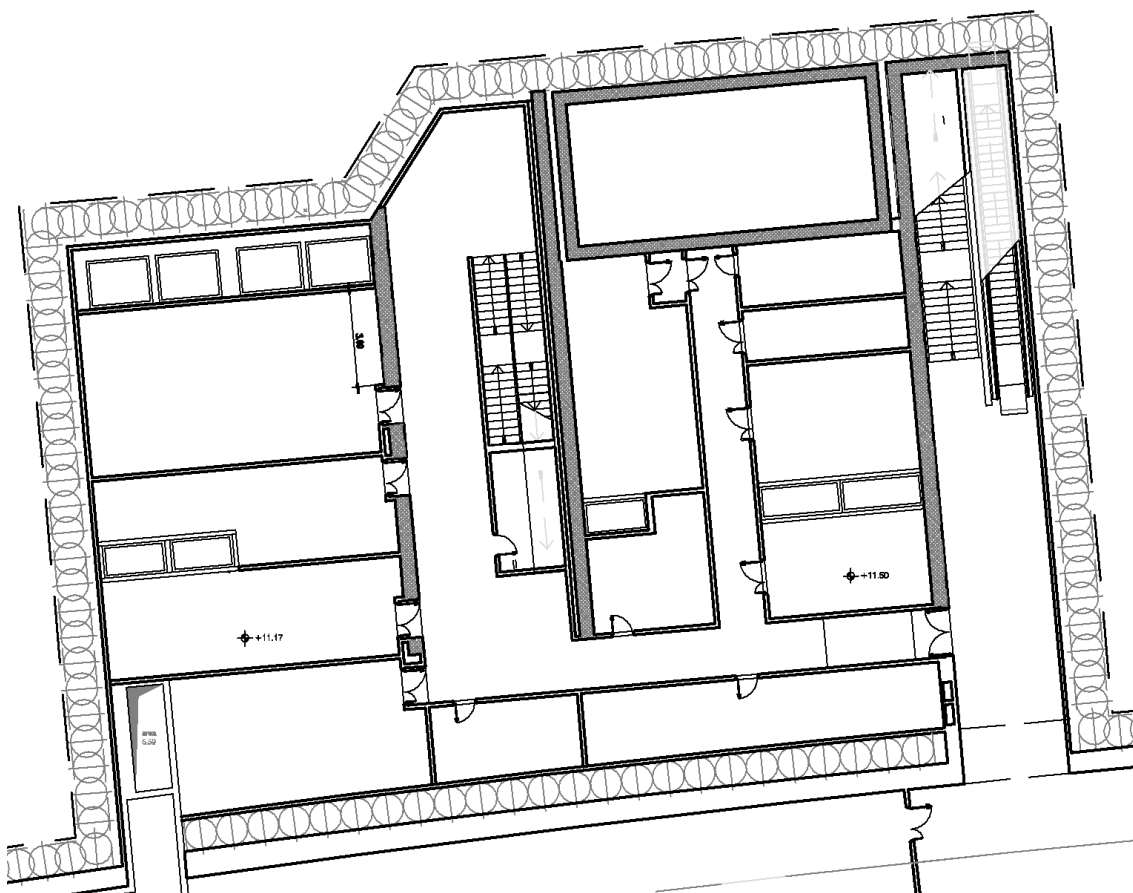
APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante) 					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 81 di 106	

5.6 IMPIANTI TECNOLOGICI

In generale, per gli impianti, sulla base delle indicazioni ricevute dalla Committenza, e per l'adeguamento alle nuove norme, sono state apportate varianti rispetto a quanto previsto nel PD.

In particolare, per alcuni impianti, le varianti hanno interessato l'intera WBS, mentre per altri le varianti hanno riguardato soltanto alcune parti d'opera. Nel seguito per ogni opera impiantistica, si riporta in dettaglio, le parti d'opera che hanno subito varianti e le cause che le hanno generate.

5.6.1.1 IE01-IE02-IE03- Impianti LFM

Gli impianti LFM della fermata Libertà (IE01), della fermata Porto (IE02) e della stazione Politeama (IE03), sono stati oggetto di variante a seguito della richiesta di modificare l'architettura degli impianti rispetto al PD, secondo gli schemi contenuti nei rapporti di verifica.

Inoltre, nel PD i cavi indicati in relazione tecnica generale erano FG7(O)R e FG10(O)M1, mentre negli schemi elettrici dei quadri erano esclusivamente FG7(O)R.

Con la RdV ITF è stato richiesto anche l'impiego di cavi FTG10(O)M1, che hanno prestazioni migliori da un punto di vista antincendio e di sicurezza rispetto agli altri cavi citati ma anche un maggior costo.

Infine un ulteriore aggiustamento di impiego cavi elettrici FTG10(O)M1, si è verificato con l'ottemperanza alle istruttorie di novembre 2011, relativamente ai quadri elettrici riemessi, generando quindi un ulteriore incremento di costi.

5.6.1.2 IM01-IM02-IM03- Impianti meccanici

Gli impianti meccanici della fermata Libertà (IM01), della fermata Porto (IM02) e della stazione Politeama (IM03), sono stati in parte, oggetto di variante a seguito di alcuni aggiornamenti normativi.

Nello specifico le varianti hanno riguardato:

- impianti di antintrusione/controllo accessi (IM1)- per adeguamento alla nuova specifica TT603 del 2009;
- impianto TVCC (IM2)- per adeguamento alla nuova specifica TT603 del 2009;
- impianto rilevazione incendi (M8)- per adeguamento alla nuova specifica TT603 del 2009 ed alla norma UNI 9795 del 2010.

Relativamente agli impianti idrico-antincendio, l'adeguamento alla nuova norma UNI 12845, non ha comportato modifiche sostanziali e quindi varianti rispetto al PD.

Mentre, per quanto riguarda gli impianti di estrazione fumi, corre l'obbligo di segnalare che, le analisi presentate prospettavano la necessità di incrementare notevolmente le pressioni statiche dei ventilatori, con conseguente aumento delle potenze dei relativi motori, ma, in ottemperanza all'istruttoria Italferr RS72-RV-17-001 sono stati previsti elettroventilatori con potenze pari a quelle del PD.

Infine si fa comunque notare, che nel documento RS7201EZZROFV0000001B, era stata proposta una alternativa che avrebbe permesso di ridurre le taglie dei ventilatori, con conseguente riduzione dei costi, ma tale soluzione è stata scartata dei rapporti di verifica Italferr.

5.6.1.3 IS01- Segnalamento

In generale, gli impianti di segnalamento, hanno subito variazioni rispetto a quanto previsto nel PD, a seguito:

- degli aggiornamenti normativi IS200 rev. C del 18/01/2008, IS409 rev.B, IS372 rev.C del 26/05/2007;
- della sostituzione dei cavi BCA 12x1 ormai obsoleti, con cavi 16x1.

5.6.1.4 SG01- Sicurezza Gallerie Crispi/Amari

Gli impianti relativi alla sicurezza in galleria, nel tratto di nuova realizzazione, sono stati oggetto di variante in ottemperanza

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 82 di 106	

a quanto richiesto nei rapporti di verifica, in particolare:

- Con rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C1 è stata richiesta la modifica della tipologia di cavi, in F.O. 32 fibre SMR sia per i cavi dell'impianto TLC e GSM-R, sia per gli impianti per la Sicurezza in Galleria e GSM-P
- E' stato richiesto l'adeguamento alla specifica tecnica LF610 rev. A;

5.6.1.5 SG02- Sicurezza Galleria Ranchibile

Gli impianti relativi alla sicurezza in galleria, nel tratto di galleria esistente, sono stati oggetto di variante in ottemperanza a quanto richiesto nei rapporti di verifica, in particolare:

- Con rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C1 è stata richiesta la modifica della tipologia di cavi, in F.O. 32 fibre SMR sia per i cavi dell'impianto TLC e GSM-R, sia per gli impianti per la Sicurezza in Galleria e GSM-P
- E' stato richiesto l'adeguamento alla specifica tecnica LF610 rev. A;

5.6.1.6 TC01- Impianti di telecomunicazioni

Gli impianti di telecomunicazioni hanno subito le variazioni di seguito descritte:

- modifica della tipologia dei cavi per gli impianti del mappale (TC1001);
- adeguamento alla specifica TT597 B che interessa la DSE ed i cavi di emergenza;
- adeguamento alla specifica TT241-TT242 sui cavi TLC;
- adeguamento alla specifica DMA IM OC SP IFS 002 A del 23.03.2009 - "Sistema di Supervisione degli Impianti di Sicurezza delle Gallerie ferroviarie" che ha interessato il sistema SPVI;
- sostituzione dell'impianto radio esistente della galleria Ranchibile, al fine di migliorare gli impianti di radiopropagazione in galleria (TC6001);
- modifica dell'architettura SDH per i sistemi trasmissivi in tecnologia SDH (TC8001);
- modifiche per il controllo in remoto con SDH a Palermo c.le e Messina ed integrazione nella postazione c.le del sistema di SPV;
- adeguamento alla specifica tecnica LF610 rev. A.

5.6.1.7 TE01-Trazione elettrica

Gli impianti relativi alla trazione elettrica, hanno subito le variazioni di seguito descritte:

- utilizzo di nuovi materiali (corde di alluminio acciaio, morsetti ecc.);
- modifiche alla segnaletica TE;
- modifiche alle apparecchiature MATS.

5.7 INTERFERENZE CON I SOTTOSERVIZI

L'indagine sui servizi è stata finalizzata ad evidenziare tutte le interferenze esistenti fra le canalizzazioni, reti elettriche e di telecomunicazioni interrate e non, con le opere da realizzare in fase provvisoria o definitiva. Sono evidenziati i titolari del servizio interferente, la tipologia del servizio e sono indicate eventuali raccomandazioni per la realizzazione delle opere.

Le attività identificate riguardano la ricerca della documentazione esistente presso Uffici Tecnici, Enti e Aziende che gestiscono i servizi, sopralluoghi lungo l'intera tratta per il censimento delle opere interferenti, il rilievo geometrico dettagliato di tutte le opere accessibili e conosciute dagli Enti gestori, continui incontri sui luoghi ed aggiornamento e integrazione di apposite schede riassuntive delle indagini.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 83 di 106	

Peraltro, essendo state individuate alcune nuove interferenze di altri Enti Gestori non contemplate nel Progetto definitivo, nonché una maggiore presenza di interferenze per ogni singolo Ente, le attività di cui sopra sono state estese anche a tali ulteriori ambiti al fine di conseguire, anche per tali nuove evidenze, idonee soluzioni.

Di seguito si riporta l'elenco degli Enti interessati:

- TERNA/TELAT
- AMAP rete fognaria
- AMAP rete idrica
- ENEL
- TELECOM Italia
- AMG Illuminazione Pubblica:
- AMG Rete Gas e Metano
- WIND
- FASTWEB
- BT ITALIA
- ANELLO TELEMATICO COMUNE PA
- INFRATEL
- RAIWAY

Lo studio di risoluzione delle interferenze ha tenuto conto delle fasi di cantierizzazione/realizzazione dell'opera. In particolare si possono distinguere due tipologie di interferenze:

1. Interferenze di parallelismi;
2. Attraversamenti.

Per quanto riguarda i parallelismi, nella maggior parte dei casi si è proceduto allo spostamento di tali opere nella fase precedente alla realizzazione dell'opera, attraverso l'individuazione di due zone laterali a ridosso dei marciapiedi (via Amari) in cui vengono collocate tutti i nuovi sottoservizi. (cfr. elab. RS72-01-EZZ-WA-SI0000-001-A).

Per gli attraversamenti, sono stati studiati puntualmente spostamenti provvisori e successivi alloggiamenti definitivi delle singole interferenze.

Nella relazione tecnica (cfr. elab. RS72-01-EZZ-RG-SI0000-002-A) vengono riportati le risoluzioni delle interferenze per singolo Ente gestore e per singola interferenza.

Si evidenzia che rispetto al Progetto Definitivo è stata constatata la presenza di ulteriori Enti interferenti ed è stata accertata una maggiore quantità di interferenze per ogni singolo Ente. Lo studio degli spostamenti delle interferenze è stato effettuato cercando di rendere compatibili gli stessi con le fasi lavorative delle opere in appalto; da questo studio è emerso che l'esecuzione delle opere e la continuità delle lavorazioni è influenzata notevolmente dai vari spostamenti delle interferenze e per alcuni Enti, tali spostamenti creeranno dei vincoli di tempo alle attività lavorative.

5.8 INTERFERENZE CON GLI EDIFICI, OPERE DI PRESIDIO E MONITORAGGIO

La sostituzione dei diaframmi con pali ad elica tubati, consente la realizzazione del foro con elica senza asportazione di terreno e con protezione di tubo metallico, riducono il pericolo di allentamento del terreno, limitando pertanto i cedimenti al solo effetto dello scavo finale, che in ogni caso, come mostrato nella nota tecnica "RS7201EZZRBGA0200001B", risultano di entità inferiore di circa il 30%, rispetto alla soluzione con diaframmi del progetto definitivo, anche per il notevole contributo del tappo-puntone di fondo previsto, che oltre ad avere una finalità idraulica, fornisce un significativo miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni a fondo scavo.

Per quanto riguarda la fase realizzativa, la soluzione del P.E. che prevede l'utilizzo di pali del tipo a elica continua con scavo

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 84 di 106	

in presenza di tubo, riducono drasticamente gli effetti deformativi in fase di realizzazione dei pali evitando l'utilizzo di opere di presidio, mentre gli effetti deformativi indotti sugli edifici dallo scavo a foro cieco comportano spostamenti, riportati nella relazione specifica "RS7201EZZRHOC0000002A", che generano distorsioni angolari β in genere contenuti entro 1-1.5 ‰ e pertanto ampiamente inferiori ai valori di soglia di possibili danni alleompagnature(2‰) e alle strutture (3-4‰).

Per effetto dell'abbassamento della livelletta in maniera diffusa lungo tutta via Crispi e via Amari, si è reso necessario intensificare ed adattare al nuovo contesto, il piano di monitoraggio previsto nel P.D., introducendo una significativa automatizzazione delle letture ed una gestione di tutti i dati acquisiti automaticamente e manualmente su piattaforma informatica WEB-GIS.

In particolare il Piano di Monitoraggio deve consentire:

- la verifica dell'efficacia delle soluzioni progettuali prescelte in ragione della variabilità locale dell'assetto geologico-strutturale, attraverso misure dello stato deformativo e tensionale delle strutture;
- la misura della situazione deformativa del terreno nella zona d'influenza circostante gli scavi;
- la verifica della situazione deformativa sui manufatti e strutture presenti nell'area di influenza degli scavi.

Tutto ciò al fine di avallare le scelte operate e, se necessario, prevenire con sufficiente anticipo le possibili situazioni sfavorevoli effettuando le necessarie modifiche. Per consentire questo è necessario individuare alcuni parametri chiave e definire dei valori di soglia per gli stessi. Al superamento di limiti stabiliti in base alle condizioni previste, vengono quindi associate azioni e contromisure atte a garantire la sicurezza dei lavoratori e delle strutture (presenti o in fase di realizzazione).

Il progetto del sistema di monitoraggio comprende, dunque, i seguenti elementi:

- definizione dei parametri chiave del monitoraggio;
 - definizione delle sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione da mettere in opera, sia per le strutture che per i manufatti preesistenti;
 - localizzazione delle sezioni tipo e dei manufatti cui applicare le strumentazioni;
 - definizione della frequenza delle letture;
- I controlli ed i monitoraggi saranno eseguiti durante tutta la fase di costruzione dell'opera e sino alla messa in servizio della stessa.

Nel Luglio 2011, la soluzione proposta ha ottenuto l'approvazione del Genio Civile di competenza.

5.9 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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 85 di 106	

catasto alla p.lla 1512 già di proprietà delle ferrovie. Terminato il tratto all'aperto, il tracciato si sviluppa in galleria artificiale sempre all'interno della p.lla precedente ad esclusione dell'impianto di sollevamento, costituito da un manufatto con altezza fuori terra pari a 3.00, che interessa la p.lla 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.lla 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).

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

5.10 DEMOLIZIONI E RIPRISTINI

Nell'ambito del P.E. è stata condotta un'analisi approfondita dello stato dei luoghi, dalla quale si sono evidenziate le aree di occupazione temporanea, necessarie per le operazioni di scavo relative alla realizzazione sia dell'opera e per lo spostamento dei sottoservizi.

A completamento delle opere relative alla linea ferroviaria, è da prevedersi il completo ripristino delle parti demolite durante l'occupazione temporanea del suolo.

Sono state quindi redatte nel P.E. le Planimetrie delle demolizioni e ripristino pertinenze nelle quali si evidenziano i seguenti elementi:

- Edifici numerati, corrispondenti alle schede di censimento;
- Demolizioni di linea:
 - a. Demolizione di edifici;
 - b. Rimozione di cordone/cordoli marciapiedi;
 - c. Demolizioni di muri, rimozione di recinzioni;
 - d. Accessi;
 - e. Demolizione di asfalti.

Relativamente agli interventi di ripristino sugli edifici sono state confermate le previsioni del progetto definitivo.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 86 di 106	

5.1.1 RECEPIMENTO PRESCRIZIONI DELLA C.D.S. DEL 11/10/2004

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 fermata Politeama la predisposizione per un tunnel di collegamento pedonale con tapis roulant a servizio del "Palazzo di Giustizia".

6. ASPETTI AMBIENTALI

6.1 STUDI E INDAGINI

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
- 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

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 87 di 106	

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..

6.2 CAVE E DISCARICHE

Dalla stima delle quantità dei materiali si evince che le volumetrie da considerare in esubero ammontano a un volume totale di circa 490.000 mc; la caratterizzazione dei materiali scavati è stata realizzata in fase preliminare al progetto esecutivo ed è allegata al presente progetto. I materiali in esubero e non riutilizzabili in cantiere, considerati idonei ad essere recuperati in impianti autorizzati e/o ad essere smaltiti in discarica per rifiuti inerti e/o per rifiuti non pericolosi, successivamente a tutte le analisi previste dalla normativa vigente, dovranno essere sistemati in ordine prioritario:

- In depositi temporanei in impianti autorizzati al recupero dei rifiuti ai sensi della normativa vigente;
- in discarica autorizzata ai sensi della vigente normativa che abbia i requisiti operativi e tecnici definiti nel DLgs 13 gennaio 2003, n. 36 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti".
- in depositi temporanei in siti individuati dai Comuni, ove da questi richiesti per predisporre dei materiali per attività di interesse pubblico;
- in siti da sistemare con riempimenti, individuati nell'ambito degli elenchi delle cave dismesse messo a disposizione dalla Provincia o indicati dai Comuni.

Durante i lavori dovrà essere compilato mensilmente un prospetto dei materiali da riutilizzare e/o in esubero, distinti tra pregiati, per rilevati e poco utilizzabili, con i rispettivi prelievi e recapiti, e le differenze rispetto a quanto previsto nel progetto.

Nell'ambito territoriale afferente l'opera è stata condotta un'indagine preventiva volta ad individuare i siti di deposito per il conferimento dei materiali di risulta degli scavi. Sono stati presi in considerazione cinque impianti di recupero e riciclo dei rifiuti assimilabili a inerti, due impianti di smaltimento di rifiuti inerti non pericolosi, due impianti di smaltimento di rifiuti inerti pericolosi e un impianto di smaltimento delle acque contaminate.

Per l'esatta ubicazione dei siti di deposito si rimanda alla "Corografia ubicazione cave e discariche" (codifica RS72-01-E-ZZ-P3-CA0001-001-B).

7. CANTIERIZZAZIONE

Il piano di cantierizzazione introduce elementi di approfondimento atti a garantire la migliore rispondenza dell'impianto di cantiere

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 88 di 106	

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;
- **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;

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 89 di 106	

- **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).

7.1 BILANCIO DELLE TERRE

Attraverso il Bilancio dei movimenti terra sono state verificate:

- La quantità di materiale inerte proveniente dalle demolizioni;
- La quantità di materiale inerte proveniente dagli scavi;
- La quantità di materiale inerte necessario per la formazione dei ritombamenti delle gallerie.

Il Bilancio dei movimenti terra è stato sviluppato sulla base dei computi metrici del progetto esecutivo distinguendo le diverse tipologie di materiali provenienti dalle operazioni di scavo e demolizione necessarie per la realizzazione delle singole opere d'arte al fine di programmare la sistemazione temporanea e definitiva degli stessi materiali.

Le attività di recupero e di smaltimento dei rifiuti, prodotti nell'ambito degli scavi, avverranno nel rispetto della normativa vigente in materia. La stima delle quantità di materiali provenienti da scavi e da demolizioni da avviare tramite ditte autorizzate al recupero in idonei impianti e/o allo smaltimento mediante conferimento a discarica e/o a soggetti autorizzati, è la seguente:

- Totale materiali inerti: circa 284.117,17 mc;
- Totale materiali non pericolosi: circa 237.251,45 tonn;
- Totale materiali pericolosi: circa 6.266,95 tonn.

La quantità di materiale necessario per il ritombamento delle gallerie artificiali (da realizzarsi con terre classificate idonee per rilevati stradali) e per il ripristino delle aree di superficie è stato calcolato sulla base dei computi metrici; le volumetrie necessarie alla realizzazione delle opere in progetto sono pari a:

- Totale terre idonee per rilevati stradali, provenienti da cave di prestito: 65.166,88 mc
- Totale terreno vegetale, proveniente da cave di prestito: 807,19 mc.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 90 di 106	

8. CONFRONTO CON IL PROGETTO DEFINITIVO

Nel precedente cap. 3 è stato esaminato il tracciato e le opere previste nel P.D., segnalando alcuni aspetti critici relativi alla compatibilità delle previsioni progettuali con l'effettivo stato dei luoghi. Nel cap. 5 è descritto il P.E. e le modifiche e varianti, apportate rispetto al P.D., per risolvere le criticità rilevate nel P.D., per disposizioni del committente e/o per modifiche normative e per ottimizzazioni ed approfondimenti progettuali.

Nel seguito si riporta, per gli aspetti più rilevanti, un confronto sintetico dei criteri e soluzioni progettuali adottate nel P.E. rispetto alle previsioni del P.D..

8.1 STATO DEI LUOGHI

Rilievi topografici

Per quanto riguarda i rilievi topografici, è stata condotta una attività di confronto tra il rilievo celerimetrico, impiegato per la redazione del P.E., ed il rilievo aerofotogrammetrico del P.D.. Il confronto, ha evidenziato alcune differenze sulle quote del piano ferro dei binari esistenti, posti alla prog.3+621 circa, oltre ad altre singolari differenza delle quote del piano stradale lungo Via Amari.

Sottoservizi

Come già rilevato nel cap.4, nel P.D. sono stati indicati i seguenti Enti gestori dei servizi pubblici:

- Terna
- Enel
- Amap
- AMG
- Amia
- Telecom e Wind.

La verifica sul campo sui sottoservizi ha permesso di individuare ulteriori gestori i cui sottoservizi interferiscono con l'opera o che vengono coinvolti durante l'esecuzione dei lavori:

- Fastweb, BT Italia
- Anello telematico
- Comune di Palermo
- Guardia di Finanza
- Polizia di Frontiera
- Circoscrizione doganale di Palermo
- Capitaneria di Porto

In generale, per i collettori fognari, si sono state riscontrate situazioni molto diverse da quelle individuate sugli elaborati ufficiali AMAP e sulle schede di risoluzione delle interferenze, disposte nel P.D..

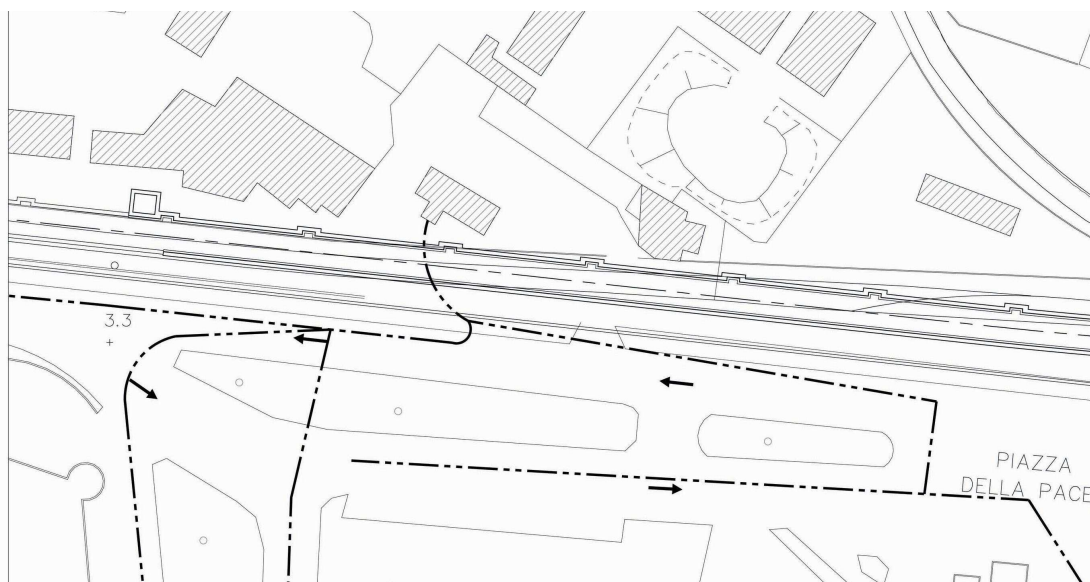
Le differenze riscontrate sono relative a posizione e dimensione dei collettori, a versi di deflusso delle correnti e recapiti finali, e soprattutto ad alcuni importanti collettori non censiti nel P.D., che presentano una quota di scorrimento interferente con la livelletta di progetto.

Le principali differenze si sono riscontrate per i collettori ubicati in corrispondenza dell'impianto di sollevamento "Ucciardone", in corrispondenza della "curva" presente in via Crispi all'incrocio con via Amari e in corrispondenza dell'incrocio tra via Amari e via Principe di Scordia.

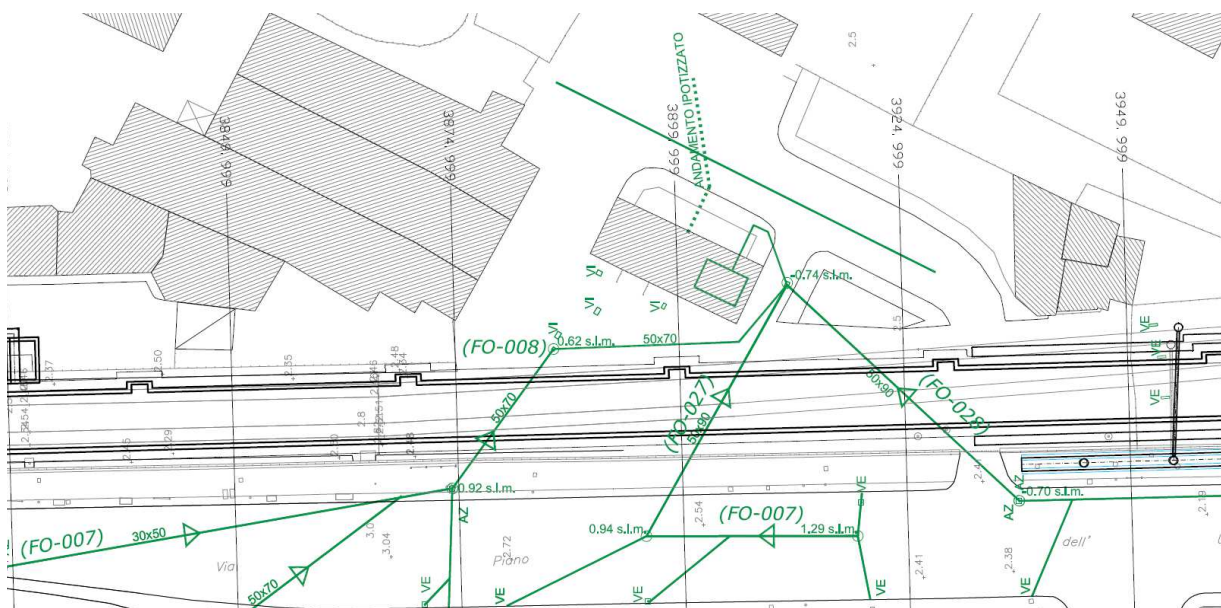
In corrispondenza dell'impianto di sollevamento Ucciardone, i rilievi e successivamente le video ispezioni, hanno consentito di accertare i tracciati e le quote di scorrimento fognarie in corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria in progetto, individuando tre collettori interferenti con la linea ferroviaria, non riportati nel P.D.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici come previsti nel P.D. e la situazione di fatto riscontrata.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 91 di 106	



Stralcio planimetrico collettori fognari in corrispondenza dell'impianto di sollevamento Ucciardone, come da P.D.



Stralcio planimetrico dei collettori confluenti nell'impianto di sollevamento Ucciardone nello stato di fatto.

Nel tratto all'incrocio tra via Amari e via Crispi, la video-ispezione ha invece permesso di appurare che nel collettore 200x70 cm - il cui tracciato era già stato parzialmente individuato nel P.D., scaricano due fognature di acque nere, una proveniente da via Amari e una proveniente da via Crispi (lato Foro Italico), e che il tracciato prosegue sotto il muro di cinta portuale, devia verso l'interno del porto e presumibilmente arriva a mare.

Tale collettore pur essendo leggibile nelle mappe AMAP, non era riportato come interferenza nel P.D., di seguito si riportano gli stralci planimetrici delle mappe AMAP contenute nel P.D. e la situazione di fatto riscontrata.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 93 di 106	

8.2 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Nell'ambito del P.E. non sono state apportate variazioni planimetriche importanti se non quelle legate alle modifiche altimetriche, di contro invece è stata modificata notevolmente l'altimetria, lungo l'intera tratta, come già descritto nei precedenti paragrafi, al fine rendere congruente la linea ferroviaria con il posizionamento e funzionamento delle fognature senza alterare il complesso e vetusto schema fognario.

In particolare sono state apportate le seguenti modifiche:

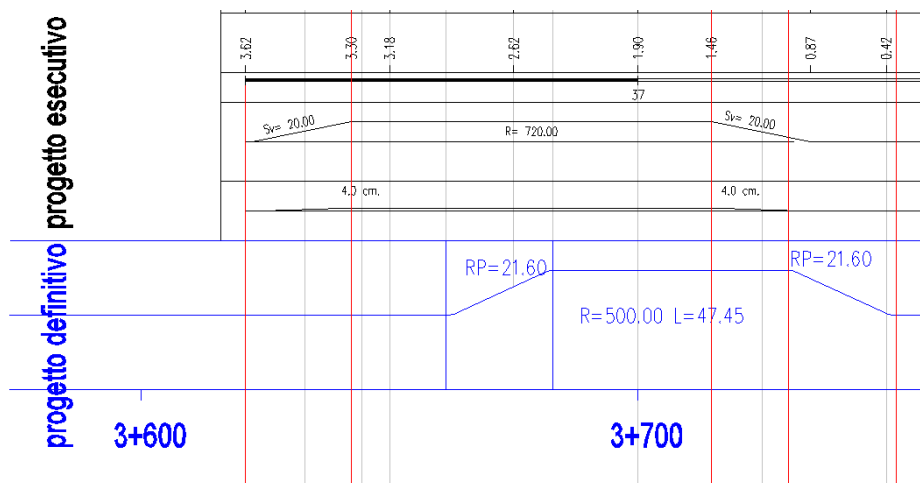
- **Nel tratto iniziale in corrispondenza della trincea** dell'Ucciardone sono state apportate modifiche del tracciato ottimizzando la posizione dell'asse di progetto rispetto alla posizione dei binari esistenti e eliminando la comunicazione col binario porto; tale modifica consente di ridurre in maniera significativa l'interferenza con il muro di sostegno esistente tra la trincea ferroviaria e la Via Crispi con una significativa semplificazione delle opere ed un'altrettanto significativa riduzione delle interferenze in fase di cantierizzazione con il traffico veicolare su via Crispi. Si precisa che, con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001321 del 23/04/2010 è stata comunicata la dismissione del raccordo Porto/Fincantieri e quindi la condivisione della variante
- **Tra le progressive 4+500 5+100** si sono studiate due possibili alternative altimetriche, necessarie, al fine di evitare l'interferenza con il collettore fognario presente in via Principe di Scordia. Nel progetto definitivo affidato l'interferenza veniva risolta mediante la realizzazione di un cavedio nel solettone della galleria, ipotizzando, come desumibile dagli elaborati progettuali, una quota di scorrimento per il collettore pari a circa -2.00 dal piano stradale. Dalle indagini predisposte nel P.E. è emerso che il collettore di via Scordia ha una quota di scorrimento pari a -3.23 dal piano viabile con sezione pari a 1.30x1.70 ed è interessato dal transito di una considerevole portata. Pertanto, volendo conservare i criteri progettuali del PD (e cioè predisposizione di un cavedio nel solettone di copertura), in corrispondenza dell'attraversamento si è reso necessario l'abbassamento del piano ferro di circa 1.20m. Con nota Italferr prot. RS07-1A01-10-0001340 del 31/05/2010 è stata comunicata la soluzione progettuale da seguire tra le possibili proposte, che confermava l'abbassamento della livelletta.
- **Nel tratto che va dalla prog.3+800 circa alla prog.4+500** circa, la livelletta rispetto al P.D. risulta approfondita di circa 2.50m, al fine di risolvere le interferenze con i collettori in ingresso all'impianto di sollevamento ed i collettori situati nel curvone tra via Crispi e via Amari. Si fa notare che l'abbassamento lungo l'intero tratto è condizionato oltre che dalla risoluzione delle interferenze con i collettori dell'impianto di sollevamento Ucciardone, anche da tutti i vincoli legati al coordinamento planoaltimetrico del tracciato. Infatti un qualsiasi sensibile innalzamento della livelletta nel tratto che precede la prog.4+500, produrrebbe un avanzamento del vertice posto in prossimità della sezione 41, con conseguente allungamento del raccordo altimetrico, che andrebbe a sovrapporsi al raccordo planimetrico (curvone di ingresso in via Amari) determinando una condizione non ammissibile. E' quindi evidente che il vertice di sez.41 costituisce un punto fisso. Inoltre la principale limitazione nel tratto iniziale della galleria è costituita dalla risoluzione dell'interferenza con il collettore FO-028, il quale viene dismesso e rifatto in contropendenza, per un lungo tratto fino ad arrivare al pozzetto esistente in corrispondenza della sezione 18 (quota -0.50) nel quale confluiscono le altre fognature più importanti. Da tale pozzetto parte la tubazione in attraversamento della galleria. E' evidente pertanto che tale quota (-0.50) in corrispondenza della sezione 18 costituisce un grosso vincolo per l'intradosso del solettone della galleria insieme alla presenza di un raccordo planimetrico, che non può sovrapporsi ai raccordi altimetrici necessari per il collegamento tra la livelletta iniziale e quelle successive. Infine si fa notare che per la risoluzione delle interferenze con i collettori fognari, sarebbe stato possibile anche contenere l'abbassamento della livelletta, ma tenuto degli oneri aggiuntivi, necessari per lo scavo preventivo dello strato di terreno inquinato che arriva fino a 4m di profondità dal piano campagna, si è ritenuta tale soluzione quella "migliore" sotto i vari profili di interesse.
- **In corrispondenza del curvone tra via Crispi e via Amari** è stato ridotto il raggio della curva al fine di allontanare

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 94 di 106	

il tracciato il più possibile dal fabbricato "Camera di Commercio". Nel P.D. il valore del raggio di tale curva risulta pari a 169.00m. con una sopraelevazione della rotaia di 16cm ed una velocità di 60km/h. Nel P.E. il valore del raggio è 165.10m e garantisce, a parità di sovrizzo, la medesima velocità di progetto. La modifica proposta consente un allontanamento delle opere dallo spigolo del fabbricato di circa 2.0m.

Il tracciato piano almetrico del progetto esecutivo presenta le seguenti differenze dal definitivo:

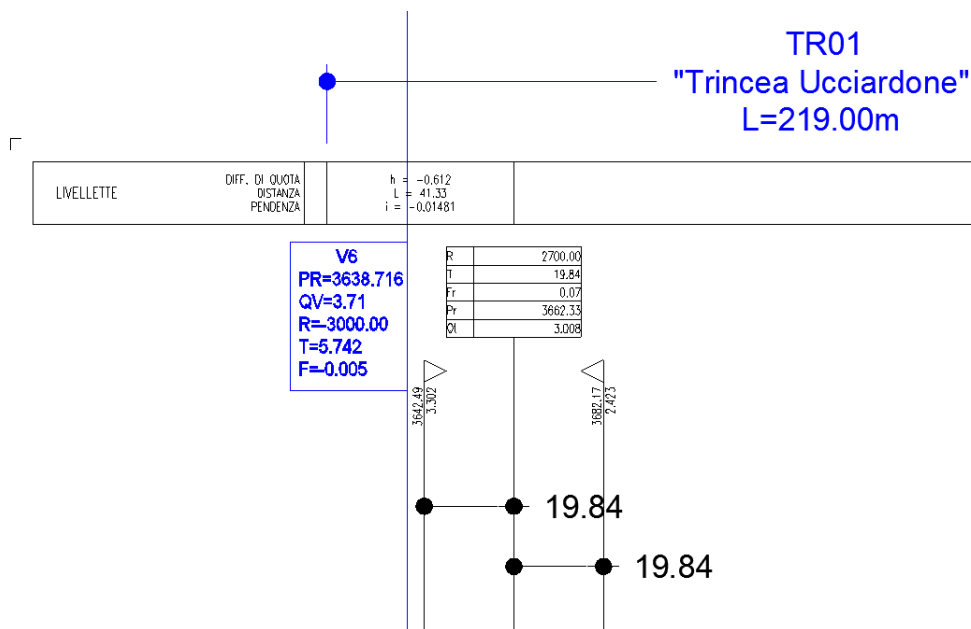
- a. Tra la progressiva 3621,00 iniziale e la progressiva 3750,00 planimetricamente la curva circolare di raggio 500,00 mt è stata sostituita con una di raggio 720,00 mt (il raccordo parabolico è lo stesso) . Questo comporta che la velocità di percorrenza è superiore ad 80 Km/h ed il valori assunti per il tratto possono essere confermati. Il rettilifo precedente viene accorciato di meno di 25.00 ma la lunghezza totale di circa 1200,00 mt non comporta riduzioni di velocità ;



Confronto grafico tra le caratteristiche planimetriche

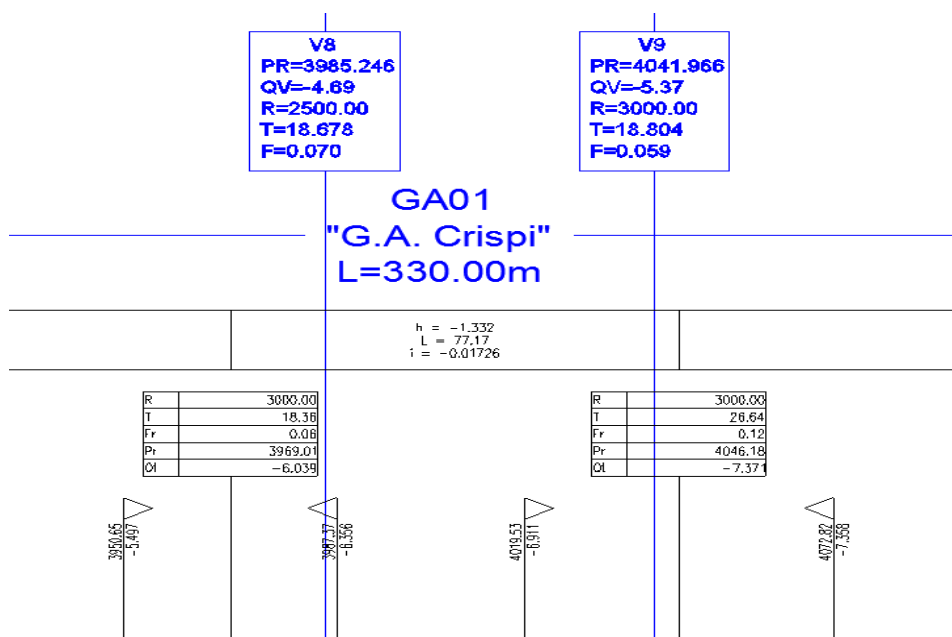
- b. A seguito del punto precedente (sovrapposizione di raccordi planimetrici e almetrici) è stato necessario traslare il raggio verticale V6 dalla progr.3638,716 alla progressiva 3362,33 e ridurlo a 2.700 mt di raggio dagli iniziali 3.000. Tale condizione implica la riduzione della velocità a 78 Km/h (rango A) che risulta inferiore a quella assunta di 70 Km/h;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandatario) 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 95 di 106	



Confronto grafico tra i raccordi verticali V6

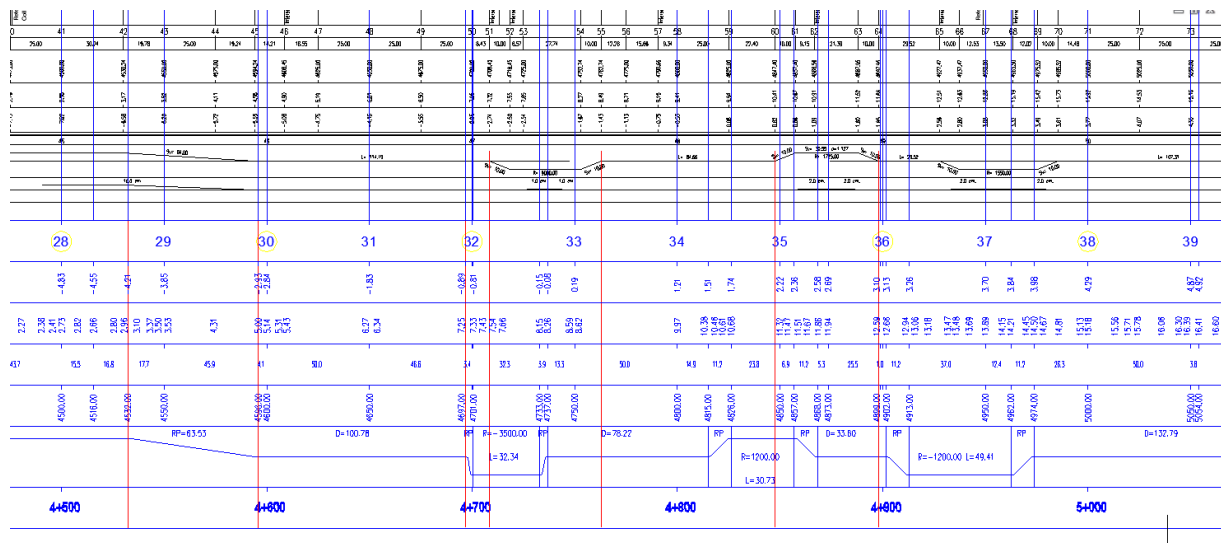
- c. Il raccordo verticale V7 viene eliminato consentendo l' aumento di velocità massima di percorrenza;
- d. Il raccordo verticale V8 viene anticipato dalla progressiva 3985,45 alla progressiva 3969,00 aumentando il raggio da 2500,00 mt a 3000,00 mt. La velocità di percorrenza aumenta a 78 km/h;



Confronto grafico tra i raccordi verticali V8 e V9

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 96 di 106	

- e. Il raccordo verticale V9 viene posticipato dalla prg.4041,97 alla prg.4046,18. Non ci sono variazioni in negativo;
- f. Il raccordo verticale V10 viene posticipato di 15 mt. Non ci sono variazioni in negativo;
- g. Tra il raccordo verticale V10 e il V11 viene inserito alla prg.4624.02 un raccordo verticale di 5000,00 mt che non comporta riduzioni di velocità;
- h. Alla progressiva 4400,00 l'elemento raccordo circolare planimetrico da 169,00 mt diventa di 165,00 mt. E' l'unica condizione peggiorativa riscontrata ma la riduzione di velocità di percorrenza è trascurabile. Inoltre la velocità assunta dal programma orario è pari a 57 km/h comunque raggiungibile con i 16 cm di sopraelevazione del binario (poco inferiore ai 70,00 km/k) ;
- i. Dalla progressiva 4700,00 alla progressiva finale sono stati modificati tutti i raggi planimetrici sia come posizione che come raggio. L' attuale geometria risulta però più regolare con i raggi aumentati e con accorciamenti dei rettilinei poco significativi che non inficiano le velocità di percorrenza considerate (il rettilifo vincolante misura 29,52 mt nella nuova sistemazione e 33,60 nella precedente e quindi inferiori a 40 mt ma la velocità è di 70 Km/h);



Confronto grafico delle caratteristiche planimetriche tra il PD (blue) e il PE (nero) tra la progressiva 4275,00 a 5239,10

- j. Anche in questo caso i raccordi verticali V12 e V13 , che ricadono nella variazione planimetrica del punto i precedente , sono stati traslati in maniera da non interferire con quelli planimetrici. Anche in questo caso le velocità di percorrenza non vengono ridotte;
- k. La fermata Porto è stata ridefinita di 94,33 mt ovvero di 4,33 mt in più allungandosi secondo il verso crescente delle progressive. La fermata Politeama da 258,00 mt è diventata di 239,00 mt con la stessa progressiva di partenza. Tali modifiche non sono rilevanti ai né ai fini del programma orario né per le considerazioni relative al numero di moduli delle vetture transitanti.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 97 di 106	

Per quanto riguarda il corpo stradale ferroviario nei tratti in trincea, galleria e stazioni/fermate, sono state adottate le configurazioni della piattaforma ferroviaria e delle opere di smaltimento delle acque congruenti con il P.D.

8.3 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Rispetto al P.D. sono state apportate modifiche alle opere di sostegno definitive e provvisorie necessarie alla realizzazione delle gallerie artificiali, principalmente per le seguenti motivazioni:

- L'abbassamento delle livellette ferroviaria, lungo l'intero tracciato, ha comportato delle diverse condizioni al contorno rispetto a quanto previsto nel P.D., rendendo ancor più necessario un sistema costruttivo che riduca al minimo le interferenze con le preesistenti in termini di cedimenti indotti agli edifici e distorsioni al piano campagna.
- In tutti i tratti in cui è presente la falda, la definizione più completa delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti a fondo scavo e l'abbassamento della livelletta, ha reso necessario l'esecuzione di un elemento che oltre ad offrire sufficienti garanzie di tenuta idraulica, offrisse un significativo contributo anche in termini statici esercitando una reazione di contenimento sulle paratie. La stabilità globale del sistema conta sull'effetto arco che si innesca all'interno del consolidamento; tale meccanismo si innesca se il trattamento ha una rigidità significativamente diversa dal terreno in posto non ottenibile con il trattamento mediante iniezioni a bassa pressione previste nel P.D.
- La sostituzione dei diaframmi con pali ad elica tubati, consente la realizzazione del foro con elica senza asportazione di terreno e con protezione di tubo metallico, limitando pertanto i cedimenti al solo effetto dello scavo finale, che in ogni caso, come mostrato nella nota tecnica "RS7201EZZRBGA0200001A", risultano di entità inferiore di circa il 30%, rispetto alla soluzione con diaframmi del progetto definitivo, anche per il notevole contributo del tappo-puntone di fondo previsto, che oltre ad avere una finalità idraulica, fornisce un significativo miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni a fondo scavo. Inoltre la realizzazione dei diaframmi con idrofresa ed utilizzo di fanghi bentonitici per il sostegno del cavo avrebbero comportato pericoli di infiltrazione dei fanghi nei piani interrati dei fabbricati lungo via Amari e pericoli di inquinamento della falda lungo via Crispi con conseguente sversamento in mare.
- L'utilizzo di una classe di esposizione per le superfici dei "diaframmi" lungo via Crispi a diretto contatto con l'acqua di mare, ha comportato per i clacestruzzi che costituiscono le paratie, una classe di resistenza minima C30/40 in variante rispetto alla C25/30 prevista nel P.D.

8.3.1 TR01

Le modifiche alle strutture della TR01, rispetto al P.D. consistono nella realizzazione della trincea all'interno della trincea esistente, evitando la demolizione dei muri lato strada e lato Porto, se non localmente in tratti limitati.

Per raggiungere la quota di imposta della nuova linea, vengono realizzati degli scavi protetti da opere di sostegno costituite da pali secanti $\Phi 920$ e preventiva realizzazione del tappo di fondo con le tecniche già descritte al cap.5.

8.3.2 GA01

Come detto in precedenza, l'abbassamento della livelletta e la presenza diffusa nei primi 4 metri da piano campagna di terreni classificabili come "rifiuti non pericolosi", ha reso necessario modificare rispetto P.D. la tecnologia realizzativa, prevedendo una modifica al tappo di fondo, ed alle paratie laterali, oltre che l'introduzione di un'opera provvisoria per lo scavo della trincea di sbancamento dei primi 4 metri.

- In merito al tappo di fondo, il P.E. ne prevede la realizzazione attraverso colonne consolidate eseguite con tecniche di jet-grouting, con le caratteristiche e vantaggi descritti nel cap.5, con altezza di 6.50m contro i 7.00m previsti 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 98 di 106	

P.D.

- Per quanto riguarda le paratie laterali, il P.E. ne prevede la sostituzione con pali del tipo CSP (cased secant pile), $\Phi 920$, di lunghezza 15.00m, per effetto dell'approfondimento della livelletta.
- Per le opere provvisorie, il P.E. prevede l'introduzione di una paratia di pali (pali di primo salto) per la realizzazione della trincea di scavo fino a quota intradosso solettone, con lunghezza 10.0 m, non necessari nel P.D. stante le esigue altezze di scavo.
- In merito al solettone di copertura e rivestimento interno, il P.E. prevede un aumento degli spessori, rispetto al P.D. per effetto dell'incremento delle sollecitazioni dovute all'abbassamento della livelletta.
- La soluzione strutturale adottata ha consentito di eliminare le opere di presidio degli edifici previste nel P.D., necessarie durante le fasi di scavo con idrofresa.
- Infine la classe di resistenza dei calcestruzzi delle paratie interne, è passata a C30/40, rispetto a quella prevista nel P.D. (C25/30) per le problematiche precedentemente esposte.

8.3.3 GA12 e GA02 fino a prog.4+500

Le modifiche rispetto al P.D. sono analoghe a quelle previste per la GA01, a seguito dell'abbassamento della livelletta.

8.3.4 GA02 da prog.4+500 a 5+000

Lungo tale tratto di galleria, la variante altimetrica introdotta per l'interferenza con il collettore di via Scordia, ha comportato la necessità di incrementare le lunghezze delle paratie laterali di protezione della galleria artificiale, un maggiore scavo, un incremento della sezione del solettone di copertura per sopportare i maggiori carichi del terreno di ricoprimento e soprattutto un maggiore impegno e consistenza delle opere di protezione allo scavo per la realizzazione del solettone di copertura. Pertanto rispetto al P.D. le modifiche sono le seguenti :

- Sostituzione dei pannelli di diaframmi con paratie di pali del tipo ad elica, eseguiti mediante tubo di avanzamento a protezione dello scavo e successiva discesa dell'elica, sfruttando le paratie laterali sia come opere di sostegno dello scavo che come appoggio del solettone di copertura (vedi cap.5). La lunghezza dei pali è pari a circa 17.50m contro i 17-21 previsti per i diaframmi.
- In merito al consolidamento del fondo scavo, a partire dalla prog.4+500 circa, non essendo più necessario un tappo di fondo, è stata verificata la possibilità di eliminare il trattamento di fondo inizialmente previsto nella prima emissione del P.E., in ottemperanza a quanto richiesto nelle istruttorie Italferr. Nei tratti di attraversamento di consistenti banchi di quarzarenite che si presentano fratturati, invece, il consolidamento sarà ottenuto tramite con la stessa tecnologia prevista nel P.D.
- La soluzione strutturale e le tecnologie proposte, hanno consentito di eliminare le opere di presidio degli edifici previste nel P.D., necessarie soprattutto durante le fasi di scavo con idrofresa.

8.3.5 GA13/FV03

Come già descritto nei paragrafi precedenti, in corrispondenza della futura Stazione Politeama, a causa della totale assenza di pozzetti e dell'indisponibilità di dati sul sistema fognario dell'area, non è stato possibile definire la presenza di eventuali collettori. Inoltre la caratterizzazione geotecnica di dettaglio ha individuato diverse tipologie di terreno a fondo scavo, per i quali si è reso necessario un intervento ad hoc, in luogo delle iniezioni di malta previste indistintamente dal P.D. per l'intera opera.

In sintesi le modifiche rispetto al P.D. sono state le seguenti:

- Sostituzione dei pannelli di diaframmi con paratie di pali secanti $\Phi 1200$ sfruttando le paratie laterali sia come opere di sostegno dello scavo che come appoggio del solettone di copertura.
- In merito al consolidamento del fondo scavo, in funzione delle caratteristiche dei terreni presenti a fondo scavo sono previste tutte e tre le tipologie utilizzate per la GA01 e GA02.
- Eliminazione di un tratto con una soletta intermedia continua con inserimento di puntoni puntuali.
- Modifiche delle geometrie del corpo locali tecnici, allo scopo di evitare di arrecare danni alla statua in piazza

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 99 di 106	

Castelnuovo.

- Inserimento della predisposizione per la futura realizzazione del tunnel di collegamento con l'area Tribunale come prescritto in sede di conferenza dei servizi.

8.3.6 GA11/FV01

In corrispondenza della fermata Libertà il rilievo delle dimensioni e profondità dei due collettori presenti in via Lazio, ha evidenziato che lo spostamento dei collettori ai lati delle paratie laterali, per la vicinanza tra quest'ultime e gli esistenti edifici limitrofi, non è compatibile con le ipotesi previste nel P.D. Sono pertanto state apportate variazioni alle geometrie della fermata rispetto a quanto ipotizzato nel P.D.

8.3.7 FV02 – Fermata Porto

Per la fermata Porto, l'abbassamento della livelletta ha comportato modifiche sostanziali alle opere strutturali, con soluzioni analoghe alla GA01, mentre dal punto di vista funzionale, il P.E. ha confermato quanto previsto nel P.D., recependo le prescrizioni della conferenza dei servizi e traslando leggermente rigidamente, la stazione per evitare la parziale demolizione dell'edificio censito con il numero 116

8.4 INTERFERENZA CON LA FALDA

In merito alle opere necessarie per la risoluzione dell'interferenza con la falda, rimandando agli elaborati specifici per i dettagli del sistema proposto, rispetto al P.D. sono stati eliminati i pozzi drenanti, sostituendoli con un sistema caratterizzato dai seguenti elementi:

- 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 tubazione 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;

Tale soluzione è stata già approvata dal Genio Civile competente nel Luglio 2011.

8.5 IMPIANTI TECNOLOGICI

In generale, per gli impianti, sulla base delle indicazioni ricevute dal committente, e per l'adeguamento alle nuove norme, sono state apportate modifiche ed ottimizzazioni rispetto a quanto previsto nel P.D. nella tabella seguente sono

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 100 di 106	

rieperlogati tutti gli impianti, segnalando quelli che hanno subito variazioni rispetto al P.D..

LOTTO	MAPPAL	OPERA	Motivazione
IE01 - Impianti LFM Fermata Libertà	IE20001 - Impianti LFM - Fermata libertà	IE1 - Cabina MT e oneri di allacciamento	L'architettura degli impianti è variata rispetto al progetto definitivo come richiesto nei RdV ITF. Nel progetto definitivo i cavi indicati in relazione tecnica generale erano FG7(O)R e FG10(O)M1, mentre negli schemi elettrici dei quadri erano esclusivamente FG7(O)R. Con la RdV ITF è stato richiesto anche l'impiego di cavi FTG10(O)M1, che hanno prestazioni migliori da un punto di vista anticendio e di sicurezza rispetto agli altri cavi citati ma anche un maggior costo. Un ulteriore aggiustamento di impiego cavi elettrici FTG10(O)M1 si è verificato anche con l'emissione C di novembre 2011 (vedi RdV Italferr novembre 2011) relativa ai quadri elettrici riemessi, che ha comportato un ulteriore incremento di costi.
		IE2 - Quadri elettrici	
		IE3 - Impianti di illuminazione e FM	
		IE4 - Impianto di terra	
IE02 - Impianti LFM Fermata Porto	IE20002 - Impianti LFM - Fermata Porto	IE1 - Cabina MT e oneri di allacciamento	
		IE2 - Quadri elettrici	
		IE3 - Impianti di illuminazione e FM	
		IE4 - Impianto di terra	
IE03 - Impianti LFM Stazione Politeama	IE20003 - Impianti LFM Stazione Politeama	IE1 - Cabina MT e oneri di allacciamento	
		IE2 - Quadri elettrici	
		IE3 - Impianti di illuminazione e FM	
		IE4 - Impianto di terra	
IM01 - Impianti meccanici Fermata Libertà	IM3001 - Impianti Security	IM1 - Impianto antintrusione/controllo accessi	Adeguato alla TT603_2009
		IM2 - Impianto TVCC	Adeguato alla TT603_2009
	IM5001 - Impianti meccanici in generale	IM3 - Impianto ascensori, scale e tappeti mobili	
	IM6001 - Impianti di condizionamento e ventilazione	IM4 - Impianto HVAC	
	IM8001 - IMPIANTI Safety	IM5 - Impianto spegnimento a gas	
		IM6 - Impianto estrazione fumi	
		IM7 - Impianto idrico- antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
		IM8 - Impianto rivelazione incendi	Adeguato alla TT603_2009 e alla norma UNI 9795_2010
IM02 - Impianti meccanici Fermata Porto	IM4001 - Impianti Security	IM1 - Impianto antintrusione/controllo accessi	Adeguato alla TT603_2009
		IM2 - Impianto TVCC	Adeguato alla TT603_2010
	IM5001 - Impianti meccanici in generale	IM3 - Impianto ascensori, scale e tappeti mobili	
	IM6001 - Impianti di condizionamento e ventilazione	IM4 - Impianto HVAC	
	IM8001 - IMPIANTI Safety	IM5 - Impianto spegnimento a gas	
		IM6 - Impianto estrazione fumi	Le analisi presentate propsettavano la necessità di incrementare le pressioni statiche, in recepimento delle istruttorie Italferr RS72-RV-17-001 sono stati previsti elettroventilatori con potenze pari a quelle del PD
		IM7 - Impianto idrico- antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
		IM8 - Impianto rivelazione incendi	Adeguato alla TT603_2009 e alla norma UNI 9795_2010
IM03 - Impianti meccanici Stazione Politeama	IM4001 - Impianti Security	IM1 - Impianto antintrusione/controllo accessi	Adeguato alla TT603_2009
		IM2 - Impianto TVCC	Adeguato alla TT603_2010

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 101 di 106	

	IM5001 - Impianti meccanici in generale	IM3 - Impianto ascensori, scale e tappeti mobili	
	IM6001 - Impianti di condizionamento e ventilazione	IM4 - Impianto HVAC	
	IM8001 - IMPIANTI Safety	IM5 - Impianto spegnimento a gas	
		IM6 - Impianto estrazione fumi	Le analisi presentate prosettavano la necessità di incrementare le pressioni statiche, in recepimento delle istruttorie Italferr RS72-RV-17-001 sono stati previsti elettroventilatori con potenze pari a quelle del PD
		IM7 - Impianto idrico-antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
		IM8 - Impianto rivelazione incendi	Adeguate alla TT603_2009 e alla norma UNI 9795_2010 Aggiunto server PCA e n. 2 client come richiesto da ITALFERR
IM04 - Galleria esistente Ranchibile	IM9001 - Impianto idrico antincendio	IM7 - Impianto idrico-antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
IM05 - Impianti meccanici Galleria Crispi a singolo binario	IM9001 - Impianto idrico antincendio	IM7 - Impianto idrico-antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
IM06 - Impianti meccanici Galleria Crispi/Amari	IM9001 - Impianto idrico antincendio	IM7 - Impianto idrico-antincendio	L'adeguamento alla nuova UNI12845 non ha comportato modifiche sostanziali
IS01 - Segnalamento	AC10002 - Adeguamento Impianto ACEI Stazione Sampolo (fiera)	IS1 - Fornitura materiali Cabina	Gli impianti sono stati progettati secondo le norme IS200 rev.C del 18/01/2008, IS409 rev.B e IS372 rev.C del 26/05/2007, che aggiornano la normativa di riferimento del PD
		IS2 - Fornitura materiali di piazzale/tratta	
		IS3 - Montaggi di cabina (fornitura e lavori)	
		IS4 - Posa in opera dei materiali di piazzale	
		IS5 - Sistema di alimentazione	
	AC10003 - Impianto ACEI Stazione Politeama	IS1 - Fornitura materiali Cabina	
		IS2 - Fornitura materiali di piazzale/tratta	
		IS3 - Montaggi di cabina (fornitura e lavori)	
		IS4 - Posa in opera dei materiali di piazzale	
		IS5 - Sistema di alimentazione	
	BL10001 - Sistema di distanz. Stazione Sampolo-Notarbartolo	IS4 - Posa in opera dei materiali di piazzale	
SG01 - Sicurezza Gallerie Crispi/Amari	SG10001 - Impianto di supervisione	SV1 - Architettura del sistema	Adeguate alla specifica RFIDMAIMOCSPIFS002A del 23.03.2009
		SV2 - Materiali di scorta	
	SG20001 - Impianto di diffusione sonora di emergenza	SV1 - Architettura del sistema	Richieste con nota IF del 04-03-10 Rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C1 Richiesta modifica tipologia di cavi in F.O., 32 fibre SMR sia per i cavi dell'impianto TLC e GSM-R, sia per gli impianti per la Sicurezza in Galleria e GSM-P Adeguate alla specifica tecnica LF610 rev.A Adeguate alle specifiche TT597 B e TT241 - TT242
		SV2 - Materiali di scorta	
	SG30001 - Impianto cavi per circuiti di emergenza	SV1 - Architettura del sistema	
		SV2 - Materiali di scorta	
	SG40001 - Impianti LFM per sicurezza galleria	SV2 - Materiali di scorta	
		SV3 - Quadri di testa	
		SV4 - Alimentazione in galleria e quadri di tratta	
		SV5 - Impianti di illuminazione in 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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 102 di 106	

SG02 - Sicurezza Galleria Ranchibile	SG10001 - Impianto di supervisione	SV6 - Sigillatura cunicoli e pozzetti	Adeguamento alla specifica RFIDMAIMOCSPIF5002A del 23.03.2009
		SV1 - Architettura del sistema SV2 - Materiali di scorta	
	SG20001 - Impianto di diffusione sonora di emergenza	SV1 - Architettura del sistema SV2 - Materiali di scorta	Richieste con nota IF del 04-03-10 Rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C1 Richiesta modifica tipologia di cavi in F.O., 32 fibre SMR sia per i cavi dell'impianto TLC e GSM-R, sia per gli impianti per la Sicurezza in Galleria e GSM-P Adeguamento alla specifica tecnica LF610 rev.A Adeguamento alle specifiche TT597 B e TT241 - TT242
		SV1 - Architettura del sistema SV2 - Materiali di scorta	
	SG40001 - Impianti LFM per sicurezza galleria	SV2 - Materiali di scorta SV3 - Quadri di testa SV4 - Alimentazione in galleria e quadri di tratta SV5 - Impianti di illuminazione in galleria SV6 - Sigillatura cunicoli e pozzetti	
TC01 - Impianti di Telecomunicazioni	TC1001 - Impianti di cavi	TC1 - Fornitura e posa di materiali	Rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C1 Richiesta modifica tipologia di cavi in F.O., 32 fibre SMR sia per i cavi dell'impianto TLC e GSM-R, sia per gli impianti per la Sicurezza in Galleria e GSM-P
	TC3001 - Impianti di DS e Orologi	TC1 - Fornitura e posa di materiali	
	TC5001 - Realizzazione di STSI	TC1 - Fornitura e posa di materiali	
	TC6001 - Sistema di radiopropagazione nelle gallerie	TC1 - Fornitura e posa di materiali	Rapporto di verifica RS72_RV-035 paragrafo C4 Richiesta di sostituzione radicale dell'impianto radio esistente alla galleria Ranchibile.
	TC7001 - Sistemi radio T/T	TC1 - Fornitura e posa di materiali	
	TC8001 - Sistemi trasmissivi in tecnologia SDH	TC1 - Fornitura e posa di materiali	Rapporto di verifica RS72_RV-033 paragrafo C2 Richiesta di modificare l'architettura SDH con un solo livello di multiplatori a 2,5 Gbit/s – ADM16 paragrafo C3 Richiesta di remotizzare tramite SDH a Palermo c.le e poi a Messina (ed integrazione nella postazione c.le del sistema di SPV
TE01 - Trazione Elettrica	TE10001 - Impianti trazione elettrica - Tratta Palermo N.-Fiera	TE06 - Fornitura e posa in opera apparecchiature MAT (esclusi sostegni, blocchi di fondazione e cavi)	Richiesta l'applicazione del Capitolato Tecnico edizione 2008 e di specifiche tecniche relative ai materiali
		TE1 - Materiali di fornitura	
		TE3 - Posa dei sostegni e delle relative attrezzature	
		TE4 - Formazione del circuito di protezione	
		TE5 - Posa cavi e sezionatori	
		TE6 - Stendimento e tesatura delle condutture	
	TE10002 - Impianti di trazione elettrica - Stazione Fiera	TE1 - Materiali di fornitura	Recepimento delle richieste le richieste formulate da IF con nota RS07-1A01_10_0001289 del 04/03/2010, riconducibili a: • utilizzo di nuovi materiali (corde di alluminio acciaio, morsetti ecc.) • segnaletica TE; • MATS.
		TE2 - Formaz. dei sostegni in cls	
		TE3 - Posa dei sostegni e delle relative attrezzature	
		TE4 - Formazione del circuito di protezione	
		TE5 - Posa cavi e sezionatori	
		TE6 - Stendimento e tesatura delle condutture	
		TE8 - Posa in opera segnaletica TE	

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 103 di 106	

	TE10003 - Impianti di trazione elettrica - Tratta Fiera-Politeama	TE06 - Fornitura e posa in opera apparecchiature MAT (esclusi sostegni, blocchi di fondazione e cavi)	Recepimento delle richieste le richieste formulate da IF con nota RS07-1A01_10_0001289 del 04/03/2010, riconducili a: • utilizzo di nuovi materiali (corde di alluminio acciaio, morsetti ecc.) • segnaletica TE; • MATS.
		TE1 - Materiali di fornitura	
		TE3 - Posa dei sostegni e delle relative attrezzature	
		TE4 - Formazione del circuito di protezione	
		TE5 - Posa cavi e sezionatori	
		TE6 - Stendimento e tesatura delle condutture	
	TE10004 - Impianti di trazione elettrica - Stazione Politeama	TE06 - Fornitura e posa in opera apparecchiature MAT (esclusi sostegni, blocchi di fondazione e cavi)	Recepimento delle richieste le richieste formulate da IF con nota RS07-1A01_10_0001289 del 04/03/2010, riconducili a: • utilizzo di nuovi materiali (corde di alluminio acciaio, morsetti ecc.) • segnaletica TE; • MATS.
		TE1 - Materiali di fornitura	
		TE3 - Posa dei sostegni e delle relative attrezzature	
		TE4 - Formazione del circuito di protezione	
		TE5 - Posa cavi e sezionatori	
		TE6 - Stendimento e tesatura delle condutture	

8.6 MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI

Per effetto dell'abbassamento della livelletta in maniera diffusa lungo tutta via Crispi e via Amari, si è reso necessario intensificare ed adattare al nuovo contesto, il piano di monitoraggio previsto nel P.D., introducendo una significativa automatizzazione delle letture ed una gestione di tutti i dati acquisiti automaticamente e manualmente su piattaforma informatica WEB-GIS.

Più in particolare le modifiche sono state le seguenti:

- le verticali inclinometriche previste nel PD sono state sostituite con altrettante verticali inclino-estensimetriche che consentono di rilevare gli spostamenti orizzontali e verticali. Nel PD le letture dei tubi inclinometrici erano di tipo manuale mentre nel PE le letture dei tubi inclino-estensimetrici vengono eseguite prevalentemente in modo automatico e parzialmente (letture di zero e di controllo finale) in modo manuale.
- la livellazione geometrica di precisione consente di rilevare i cedimenti assoluti (o meglio relativi a caposaldi fissi) e differenziali degli edifici con elevata accuratezza (0.1-0.5mm in funzione delle condizioni di operabilità del sito). Le misure saranno eseguite sulle mire montate sulle opere da monitorare utilizzando una stazione totale, ottenendo quindi un rilievo plano-altimetrico 3D dei punti di riferimento;
- è stato aggiunto il controllo in continuo dell'apertura delle lesioni degli edifici durante i lavori mediante fessurimetri acquisiti automaticamente (non previsto nel PD).
- è stato aggiunto il monitoraggio in continuo degli effetti dinamici indotti dalle lavorazioni sugli edifici mediante il rilievo delle vibrazioni tramite stazioni automatiche (non previsto nel PD).

La soluzione proposta nel PE consegnato, ha ottenuto l'approvazione del Genio Civile competente.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 104 di 106	

8.7 CANTIERIZZAZIONE

La cantierizzazione prevista nel progetto esecutivo, si differenzia dal P.D. avendo previsto la realizzazione delle opere tramite una distribuzione "alternata" delle lavorazioni, ricorrendo cioè a varie chiusure, sfalsate nello spazio e nel tempo tra loro, in modo da contenere l'inevitabile disagio procurato alla collettività e limitare il periodo di chiusura delle varie strade interessate dai lavori, individuando 8 aree in cui verranno effettuate lavorazioni di opere differenti tra di loro ma da eseguire nello stesso periodo temporale.

Rispetto alle previsioni di Progetto Definitivo le aree lavorative sono state suddivise ulteriormente per consentire i flussi di traffico da e per il porto, mentre per quanto riguarda gli scavi, 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 1000 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.

8.8 CONFRONTO ECONOMICO

Le variazioni e modifiche introdotte nel P.E. rispetto alle previsioni del P.D., derivano sia da approfondimenti ed ottimizzazioni progettuali, sia da nuovi elementi emersi, in sede di indagini sviluppate con il P.E. e non evidenziate nel P.D., riguardanti l'effettivo stato dei luoghi e le condizioni realizzative delle opere. Inoltre le risultanze delle indagini ambientali hanno accertato che, in generale, tutta la porzione di terreno interessata dagli scavi in area portuale per i primi 4 metri presenta caratteristiche che lo rendono classificabile come "Rifiuto non pericoloso". Infine, a seguito di indicazioni ricevute dal Committente, e per intervenuti aggiornamenti normativi, sono state introdotte varianti per una serie di opere impiantistiche.

La stima economica delle opere previste con il P.E., riportata nei documenti economici, definisce la valorizzazione complessiva e delle singole componenti della WBS. Il quadro di confronto segnala le variazioni rispetto alle previsioni del P.D.. Nel documento "Relazione di confronto con il P.D." sono sintetizzate le modifiche e varianti apportate e relativa quantificazione economica.

Le varianti al PD, introdotte nel PE, sono state qualificate come segue:

1. Variante impianti (IE01, IE02, IE03, IM01, IM02, IM03, IS01, SG01, SG02, TC01 e TE01);
2. Variante sottoservizi;
3. Variante eliminazione binario porto (AM01, GA01, TR01);
4. Variante abbassamento livelletta porto (GA01, GA12 e GA02 fino al km 4+651);
5. Variante abbassamento livelletta via Amari (GA02 dal km 4+651);
6. Variante smaltimento materiali di risulta inquinati;
7. Variante classe di esposizione calcestruzzo (GA01, GA12 e GA02 fino al km 4+651).

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 105 di 106	

9. CRONOPROGRAMMA

In ottemperanza alle prescrizioni del Direttore lavori, il programma lavori è stato revisionato ottimizzando i tempi esecutivi. Ai fini della stesura del cronoprogramma dei lavori, le aree di cantiere, sono raggruppate in n. 4 macroaree principali:

- Macroarea PORTO;
- Macroarea AMARI;
- Macroarea POLITEAMA;
- Macroarea LIBERTA'.

Le attività lavorative sono precedute dalle opere di cantierizzazione delle aree operative dei lavori, l'installazione degli apprestamenti, dei baraccamenti e dell'impianto di betonaggio nell'area Sampolo.

Per ogni macroarea le attività lavorative propedeutiche da eseguire, inserite in ordine cronologico, sono le seguenti:

- opere di monitoraggio edificio (ove previste);
- bonifica superficiale degli ordigni bellici;
- scavi archeologici;
- spostamento dei sottoservizi;
- bonifica profonda degli ordigni bellici
- installazione barriere antirumore.

Dopo queste attività preliminari, si eseguiranno in sequenza le opere civili, le opere architettoniche e infine le opere impiantistiche.

Le opere civili relative alla galleria artificiale saranno eseguite secondo questa sequenza:

- demolizione pavimentazione stradale e prescavo di splanteamento;
- esecuzione cordoli guida dei pali;
- esecuzione paratia di pali;
- esecuzione tappo di fondo strutturale;
- scavo per esecuzione soletta superiore e demolizione semi pali (ove previsto);
- esecuzione soletta superiore;
- ritombamenti e ripristino pavimentazione stradale;
- scavo a foro cieco;
- esecuzione soletta inferiore;
- esecuzione pareti laterali;
- finiture (banchine, ecc.).

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.

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 GENERALE DESCRITTIVA	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. MD 00 00	PROG. DOC. 002	REV C	Pag. 106 di 106	

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 (cfr. paragrafo 3.2), 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.

Le produzioni previste sono per le varie parti d'opera per la linea della galleria sono:

GA2: 5 m/h per una macchina di pali

GA3: 50 m/gg per una macchina di jet, si ipotizza di utilizzare due macchine di jet per ogni turno di lavoro; invece le iniezioni sono 4 m/h per una sola macchina

GA4: 10 m/gg

GA5: 10 m/gg

GA6: 6 m/gg

GA7: 6 m/gg

GA8: 2 m/gg

Mentre per fermate e stazioni le produzioni previste sono:

GA2: 5 m/h per una macchina di pali

GA3: 50 m/gg per una macchina di jet, si ipotizza di utilizzare due macchine di jet per ogni turno di lavoro; invece le iniezioni sono 4 m/h per una sola macchina

GA4: 10 m/gg

GA5: 3 m/gg

GA6: 3 m/gg

GA7: 3 m/gg

GA8: 1.5 m/gg

Le produzioni tengono in considerazione della difficoltà per i mezzi di operare in ambito cittadino e con edifici talvolta anche molto ravvicinati e dei banchi di roccia riscontrati negli strati di sottosuolo in via Amari.

Si è fatta l'ipotesi di utilizzare contemporaneamente n. 3 macchine operatrici di pali trelicon su tutto l'intervento.

Come sopra detto, al termine delle opere civili ed architettoniche saranno eseguite le lavorazioni connesse all'armamento, alla trazione elettrica (T.E.) e agli impianti di sicurezza (I.S.), procedendo successivamente all'attivazione della nuova linea.

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