

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

OC – OPERE CIVILI
Relazione Tecnica- Opere civili minori

L'Appaltatore	COMPAT S.c.a.r.l. Il Direttore Tecnico (Ing. Gianguido Babini)	I progettisti (il Direttore della progettazione)
data	firma	data

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	(REV)	SCALA
L I 0 7	0 1	E	Z Z	R O	O C 0 0 0 0	0 0 1	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	PRIMA EMISSIONE	PUGLIESE	Agosto 2021	DESSI'	Agosto 2021	BELLIZZI	Agosto 2021	
B	Aggiornamento per RdV	Pugliese	Aprile 2022	Dessi	Aprile 2022	Bellizzi	Aprile 2022	
C	Aggiornamento per RdV n.146	M. Pugliese	Giugno 2022	E.Jr. Dessi	Giugno 2022	S. Bellizzi	Giugno 2022	

File: 0178_LI0701EZZROOC0000001C.DOCX

n. Elab.

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>2 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	2 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	2 DI 29										

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	5
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	9
5	OPERE CIVILI MINORI.....	13
5.1	PREMESSA.....	13
5.2	RISPETTO REQUISITI PREVISTI DALLE SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'	14
5.3	NV01 (PK 4+036,42) SOTTOPASSO SCATOLARE IN C.A.	15
5.4	OC01 (PK 5+245,78) OPERE DI PROTEZIONE DELLE PILE DEL CAVALCAFERROVIA AUTOSTRADA A14	18
5.5	OC02 (PK 6+304,71) OPERA DI PROTEZIONE BRETELLA SS16/SP31	20
6	MATERIALI.....	23
6.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	23
6.2	PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	24
6.2.1	<i>Calcestruzzo per opere in c.a./acciaio</i>	<i>24</i>
6.2.2	<i>Acciaio in barre ad aderenza migliorata</i>	<i>26</i>
6.2.3	<i>Acciaio da carpenteria metallica (micropali e travi di manovra).....</i>	<i>27</i>
6.3	NOTE	29

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>3 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	3 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	3 DI 29										

1 INTRODUZIONE

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici riguardanti la "Progettazione Esecutiva del Raddoppio della Linea Ferroviaria PESCARA-BARI nella tratto Termoli-Lesina", in relazione agli interventi di potenziamento delle Infrastrutture nazionali previste dalla legge n. 443/2001. In particolare, oggetto della presente relazione è il Lotto 1 (Raddoppio Ripalta-Lesina) che è compreso tra le progressive chilometriche della linea storica pK(i) 464+268 e pK(f) 471+228, comprese tra l'attuale PM di Ripalta (incluso) e la stazione di Lesina (esclusa) ed interessa solo il territorio della Regione Puglia nei comuni di Lesina e Serracapriola, provincia di Foggia.

Il CIPE, con Delibera n.2 del 28/1/2015, ha approvato il Progetto Preliminare con prescrizioni e raccomandazioni. Con successiva Delibera CIPE n.89 del 22/12/2017 è stato approvato il Progetto Definitivo del Lotto 1. Per maggiori dettagli circa l'iter approvativo del progetto si faccia riferimento alla relazione generale (elaborato LI0001E05RGMD0000001B).

Come ampliamento illustrato nella Relazione Generale, l'intervento sarà realizzato per fasi costruttive, al fine di permettere il mantenimento dell'esercizio ferroviario e garantire le minime soggezioni possibili sia alla circolazione ferroviaria che alla circolazione stradale interferente.

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle opere civili previste nell'ambito della tratta in oggetto che presenta tratti in affiancamento alla linea esistente a semplice binario, tratti in variante di tracciato a doppio binario, il tratto, in corrispondenza dell'attuale P.M. di Ripalta, in cui è già presente il doppio binario ed infine il tratto in corrispondenza del viadotto sul Fortore in cui la sede è già predisposta per il doppio binario. In particolare nel seguito si riportano gli aspetti generali relativi alle opere di protezione delle pile del cavalcaferrovia dell'autostrada A14, delle opere di protezione delle pile della bretella di collegamento tra la SS16 e la SP37 e per la realizzazione del nuovo sottovia stradale al km 4+034.80, per la realizzazione della nuova strada di raccordo per soppressione delle strade comunali Fischino, Severo ed Acquarotta.

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>4 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	4 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	4 DI 29										

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [N.1]. Legge n.1086 del 05/11/1974 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- [N.2]. D.M. del 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- [N.3]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.4]. UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- [N.5]. UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- [N.6]. Regolamento della Commissione Europea N.1299/2014 del 18 novembre 2014 - Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.7]. Eurocodice 1 EN 1991-2: 2003/AC:2010 - Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges;
- [N.8]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017;
- [N.9]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B - Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili del 22/12/2017;
- [N.10]. D.P.R. n.753 del 11/07/1980 e ss.mm.ii. – Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>5 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	5 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	5 DI 29										

3 DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Il Lotto in oggetto, denominato “Ripalta-Lesina”, presenta uno sviluppo di 6844 m e interessa il solo territorio pugliese nei comuni di Lesina e Serracapriola, provincia di Foggia. La progressivazione parte, a nord, dal km 0+000,00 (coincidente con il km 464+268 della linea storica) e termina, a sud, al km 6+844 (coincidente con il km 471+228 della linea storica). Procedendo da Nord verso Sud, si ha dapprima un tratto di affiancamento alla linea esistente dal lato opposto al mare fino alla prog. 2+250 circa. In tale zona si ha un primo tratto di 54m in rilevato (RI01), una trincea (TR01) di circa 220 m fino all’interferenza idraulica Fosso Olivella 2 (pk 0+253.74) dove è prevista la realizzazione del nuovo tombino a tre canne per la risoluzione idraulica del Fosso Olivella 2 con la relativa sistemazione idraulica del fosso. Alla pk 0+264 inizia un secondo tratto in rilevato (RI02) di circa 510 m; in tale tratto dell’opera è prevista la realizzazione di 8 tombini di trasparenza idraulica. Tale scelta progettuale deriva dallo studio bidimensionale idraulico realizzato per la piana che pone in risalto l’effetto dell’esondazione del Fortore e del Fosso Olivella 2 (si rimanda agli elaborati specifici). Alla pk 0+650 circa la linea in progetto sottopassa il cavalcaferrovia esistente (già realizzato per accogliere il doppio binario). Successivamente, alla pk 0+825, si trova il PM di Ripalta, di recente realizzazione, e che verrà modificato sia come sovrastruttura ferroviaria che come segnalamento. La funzione di PM veniva precedentemente svolta dalla ex stazione di Ripalta ed è stata spostata a seguito delle continue esondazioni del Fortore, che, in corrispondenza del vecchio impianto hanno più volte sormontato la sede ferroviaria con conseguente interruzione della linea adriatica. Alle spalle del fabbricato che ospita il PM è stata delocalizzata la SSE. Tale SSE verrebbe a sostituire l’attuale SSE di Ripalta (distante circa 3 km) che si trova in una zona a rischio esondazione. Procedendo da pk 0+825 a pk 1+750 il progetto prevede la realizzazione del doppio binario su sede esistente. Dalla pk 1+875 alla pk 2+010 la linea ferroviaria sovrappassa il fiume Fortore con un viadotto esistente già predisposto per accogliere il doppio binario.

L’area di golena del fiume Fortore è oggetto della realizzazione di opere di arginatura a monte rispetto alla esistente linea ferroviaria, con realizzazione di argini in sinistra e destra idraulica, con committenza della Regione Puglia. Tra i futuri argini, ai due lati del viadotto esistente, sono previste opere di trasparenza con tombini in sinistra e destra idraulica, per i quali si rimanda, per una descrizione dettagliata delle opere, alla relazione idrologica specialistica (Relazione Idrologica - LI0001E11RIID0001001B).

Sempre per motivi idraulici, in questo lotto, a Sud dell’esistente viadotto sul Fortore, si prevede una variante plano-altimetrica al tracciato esistente, con sviluppo in viadotto di 1175m (“Viadotto Ripalta”). Tale viadotto costituisce la più significativa opera d’arte del lotto 1. Per la sua descrizione si rimanda alla Relazione tecnica descrittiva specialistica LI0001E09ROVIO100001A.

L’immagine seguente riporta la ex stazione di Ripalta durante l’esondazione del Fortore.

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC0000001	REV. C	FOGLIO 6 DI 29



Figura 1. Vista fotografica dell'ex stazione di Ripalta durante l'esondazione del Fortore (in basso a destra il binario sormontato dall'acqua)

Verso Sud, la linea prosegue in rilevato (RI05-RI06) e successivamente in trincea per riposizionarsi in affiancamento al binario esistente prima del sotto-attraversamento della A14, già predisposto per accogliere il binario di raddoppio. L'altezza del rilevato di progetto consente l'inserimento di un sottovia stradale per la risoluzione del PL alla pk 4+034.80. Nel tratto di linea posto al di sotto dell'esistente viadotto dell'autostrada A14 è prevista la realizzazione di opere di protezione delle pile intermedie da urto per deragliamento. Tali opere sono costituite da muri in c.a. fondati su micropali, che avvolgono le pile stesse. È prevista, dapprima la realizzazione dell'opera di protezione lato binario dispari (lato mare), mentre l'opera di protezione lato binario pari (lato monte) verrà realizzata dopo aver messo in esercizio una variante provvisoria che, in corrispondenza del viadotto dell'A14, consente di traslare la sede dal lato del futuro binario dispari.

Si riporta di seguito un'immagine del CVF A14 oggetto della descritta opera di protezione delle pile.

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 7 DI 29



Figura 2. Cavalcaferrovia esistente Autostrada A14

Nel tratto finale dell'intervento, a valle dell'autostrada A14, il progetto prevede la realizzazione del raddoppio in affiancamento al binario esistente, lato mare, a 4m di interasse da quest'ultimo. In tale tratto sono previste ulteriori opere di protezione (due) per le pile della bretella di collegamento SS16 – SP37 (vedi foto seguente) realizzata con muro fondato su micropali.



Figura 3. Vista della bretella di collegamento SS16 – SP37

Inoltre, alle pk 5+755.36 e 6+712.30, si prevede la risoluzione delle interferenze idrauliche rispettivamente del Fosso Capoposta e del Fosso Pontonicchio con deviazione del canale e realizzazione di un tombino scatolare

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 8 DI 29

realizzato a spinta accanto al tombino esistente e con la relativa risistemazione idraulica del fosso.

Il progetto prevede inoltre la risoluzione di interferenze con impianti pubblici censiti di tipo elettrico (ENEL), telefonico (Telecom Italia) e idraulico (Consorzio di Bonifica della Capitanata e Acquedotto Pugliese) per le quali si rimanda agli elaborati relativi i servizi interferenti ed alla Relazione Generale delle interferenze (elaborato LI0001E78RHSI0000001B).

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 9 DI 29

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica del tracciato di interesse, sono state prese in considerazione le seguenti indagini geognostiche svolte lungo il tracciato:

- campagna geognostica del 2009 realizzata dalla società *INTERGEO S.r.l.* di Modena nell'ambito del Progetto Definitivo della linea ferroviaria Adriatica tratta Chieuti-Lesina, per gli interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del Fiume Fortore; tale campagna è consistita in indagini in sito ed in laboratorio.
- Campagna geognostica per il Progetto Preliminare ed il Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento idraulico del tombino al km 464+616 (Fosso Olivella 2 – Loc. Torre Mozza), consistita in un sondaggio geognostico eseguito dall'impresa *GEOTER S.r.l.* nel 2000 e due sondaggi geognostici e prove di permeabilità Lefranc eseguiti dall'impresa *SONDEDILE S.r.l.* di Teramo nel 2010.
- Campagna geognostica integrativa del 2016 realizzata dalla società *IMOS S.r.l.* e finalizzata alla redazione del presente Progetto Definitivo del lotto 1, consistita in indagini in sito ed in laboratorio;
- Campagna di indagini geognostiche integrative del 2021, con indagini in sito ed in laboratorio.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda massimo rilevato da letture piezometriche.

Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- **Terreno di riporto – Unità R:** si tratta dello spessore di terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti e da terreno di riporto antropico (Ra) costituente il rilevato ferroviario esistente;
- **Depositi alluvionali recenti (unità geologica 5):** si tratta di terreni alluvionali che si possono distinguere in base alla composizione granulometrica in:
 - **Unità 5AL:** argille limose e limi argillosi con locali intercalazioni centimetriche di limi sabbiosi e/o di sabbie fini limose;
 - **Unità 5GS:** ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante;
 - **Unità 5S:** sabbie e sabbie limose.
- **Depositi alluvionali terrazzati (unità geologica 6) – Unità 6AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi;
- **Conglomerati di Campomarino (unità geologica 7):** Si tratta di ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso-limosa, a luoghi debolmente argillosa di colore marrone chiaro, da poco a moderatamente

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>10 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	10 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	10 DI 29										

cementata, a luoghi intercalata a sabbie debolmente addensate ed argille limose giallo-verdastre. Si distinguono tre diverse facies:

- **Unità 7GS:** conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante.
- **Unità 7S:** sabbie e sabbie limose.
- **Unità 7AL:** argille limose e limi argillosi.
- **Sabbie di Serracapriola (unità geologica 8):** sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**). Talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (denominati **Unità 8GS**).
- **Argille subappenniniche (unità geologica 9) – Unità 9AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini.

A valle dell'interpretazione delle prove geotecniche in sito e dell'elaborazione dei risultati delle prove di laboratorio si è proceduto alla definizione delle caratteristiche fisiche e meccaniche delle unità geotecniche. Nel seguito si sintetizzano i valori dei parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate

Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5\div 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 23\div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100\div 350 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 200\div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5\div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 24\div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75\div 350 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 300\div 400 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 100\div 320 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>11 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	11 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	11 DI 29										

$E_o = 200 \div 800 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia sabbiosa)

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 37 \div 40^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$V_s = 250 \div 400 \text{ m/s}$ velocità delle onde di taglio;

$G_o = 120 \div 300 \text{ MPa}$ modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 300 \div 800 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

Oltre tali tipologie di terreno, parte delle opere sarà interessata dal riporto ferroviario avente le seguenti caratteristiche desunte dal manuale di progettazione delle opere civili "RFI DTC SICS MA IFS 001 B del 22/12/2017".

$\gamma_{\text{nat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$\nu = 0.20$ coefficiente di Poisson

$E_o = 300 \div 400 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

Nella relazione geotecnica sono stati affrontati, tra l'altro, i seguenti aspetti:

- **Caratterizzazione sismica.** Dall'interpretazione delle indagini si evince che lungo il tracciato il valore della velocità $V_{s,30}$ è piuttosto variabile, passando da categoria C a D ed anche localmente a B.
- **Livello di falda.** Sono state individuate le letture piezometriche disponibili sui piezometri installati nelle diverse campagne d'indagine in profondità da p.c. ed in quota assoluta. Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in corrispondenza di ciascun piezometro il livello massimo ed è rappresentato graficamente l'andamento massimo del livello di progetto lungo il tracciato da considerare per il dimensionamento delle opere;
- **Piano di posa.** Sono stati definiti gli spessori di scotico+bonifica da prevedersi lungo lo sviluppo del tracciato ferroviario e della viabilità di progetto (per i tratti sia in trincea che rilevato);
- **Trattamento a calce.** Nella prima parte del tracciato, zona RI02 e rilevato SSE, il piano di posa dei rilevati, sotto lo scotico+bonifica è scadente (vedasi prove di carico su piastra pozzetti 1 e 2). Si tratta di terreno coesivo alluvionale (unità 5AL) classificabile come A7-6, A7-5, A6. Per questo

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>12 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	12 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	12 DI 29										

materiale si prevede trattamento a calce del terreno in sito per uno spessore di 0.50 m: l'intervento riguarda il rilevato RI02 da km 0+264 a km 0+750 ed il rilevato della nuova SSE (fabbricato FA01).

Il trattamento di stabilizzazione consiste nel miscelare al terreno una certa percentuale di calce, definita tramite prove di laboratorio e verifica mediante campo prova, al fine di avere una miscela terreno-acqua-calce, idonea ai requisiti progettuali.

Durante le operazioni di bonifica, a protezione del binario esistente in esercizio, verranno infisse delle palancole tipo Larsen 606 di lunghezza 5.00m lato binario di raddoppio tra le pk 0+264.00 e 0+750.00 e lato binario esistente tra le pk 0+850.00 e 0+950.00, queste ultime per la realizzazione del rilevato SSE.

Per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione geotecnica generale, ovvero alle specifiche relazioni di calcolo dei manufatti, nelle quali sono riportati ulteriori considerazioni di dettaglio per la modellazione geotecnica del sottosuolo.

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>13 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	13 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	13 DI 29										

5 OPERE CIVILI MINORI

5.1 PREMESSA

Nella definizione delle opere d'arte ferroviarie e stradali sono state utilizzate tipologie consolidate, che da un lato ottimizzano i tempi di realizzazione ed il rapporto costi benefici, dall'altro minimizzano, per quanto possibile, l'impatto di suddette infrastrutture sul territorio, sia dal punto di vista estetico che acustico. La scelta delle tipologie strutturali da adottare è stata, di conseguenza, sviluppata considerando l'andamento plano-altimetrico della tratta, rispetto alle peculiarità ed alla geomorfologia dello stato dei luoghi, in cui gli interventi stessi si inseriscono, cercando, nel contempo, soluzioni omogenee, caratterizzanti l'intera tratta.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- Sottopasso scatolare alla pk 4+036.42 (Cod. NV01);
- Opere di protezione delle pile del cavalcaferrovia autostrada A14 (Cod. OC01 – pk. 5+245.50);
- Opera di protezione bretella SS16/SP31 (Cod. OC02 – pk. 6+302.07)

Oltre le opere civili succitate il progetto esecutivo prevede la realizzazione di ulteriori manufatti per la risoluzione di interferenze di tipo idraulico, per i quali si rimanda alla Relazione Generale sulle interferenze idrauliche.

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina			
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 14 DI 29

5.2 RISPETTO REQUISITI PREVISTI DALLE SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'

Le opere minori in oggetto sono state predimensionate e verificate nel presente progetto esecutivo nel rispetto dei requisiti delle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (rif. [N.6] al cap. 2). In particolare, le opere minori sotto-binario (tombini e sottopassi ferroviari) sono state progettate nel rispetto dei requisiti di seguito riportati:

4.2.7.1. Resistenza dei ponti nuovi ai carichi da traffico:

4.2.7.1.1. Carichi verticali

(1) Le strutture devono essere progettate per sostenere carichi verticali conformemente ai seguenti modelli di carico, definiti nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010:

a) Il modello di carico 71, come stabilito al punto 6.3.2 (2)P della norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

b) Inoltre, il modello di carico SW/0 per ponti continui, come stabilito al punto 6.3.3 (3)P della norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

(2) I modelli di carico vanno moltiplicati per il fattore alfa (α) come stabilito ai punti 6.3.2 (3)P e 6.3.3 (5)P della norma EN 1991-2:2003/AC:2010. (3) Il valore del fattore alfa (α) deve essere pari o superiore ai valori stabiliti nella tabella 11.

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospenso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P2 per il traffico passeggeri ed F1 per il traffico merci.

I **muri di sostegno** (muri ad U in corrispondenza del sottovia stradale) sono stati progettati nel rispetto dei requisiti di seguito riportati:

4.2.7.2. Carico verticale equivalente per opere in terra nuove ed effetti di pressione della terra

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>15 DI 29</td> </tr> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	15 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	15 DI 29										

1. Occorre progettare le opere in terra e specificare gli effetti di pressione della terra tenendo conto dei carichi verticali prodotti dal modello di carico 71 di cui al punto 6.3.2 (2) della norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

2. Il carico verticale equivalente va moltiplicato per il fattore alfa (α) come indicato al punto 6.3.2 (3)P della norma EN 1991-2:2003/AC:2010. Il valore di α deve essere pari o superiore ai valori riportati nella tabella 11.

In progetto non sono presenti **barriere antirumore**.

5.3 NV01 (PK 4+036.42) SOTTOPASSO SCATOLARE IN C.A.

A seguito della soppressione dell'attuale P.L. in corrispondenza dell'attraversamento della viabilità esistente con l'attuale linea ferroviaria (km 340+122), si è reso necessaria la realizzazione di una variante della "Strada Comunale Fischino". La nuova viabilità di progetto prevede una variante interamente fuori sede, con attraversamento della linea ferroviaria di progetto mediante sottovia. La connessione della viabilità di progetto alla viabilità esistente è prevista mediante opportuni tratti di raccordo. Il tracciato è stato definito mediante un andamento plano-altimetrico compatibile con il raccordo alla viabilità esistente, nonché con i vincoli derivanti dall'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. Le viabilità prevista nell'ambito del progetto è la seguente:

WBS	VIABILITÀ INTERFERENTE	PROG. FERROVIARIA	TIPOLOGIA SOLUZIONE	SEZ. TIPO STRADALE (D.M. 05/11/2001)
La NV01	Soppressione P.L. al KM 640+122	4+036.42	Sottovia scatolare	Cat. F1 Extraurbana

La nuova viabilità riguarda la realizzazione di una variante alla Strada Comunale Fischino derivante dalla soppressione del passaggio a livello posto al km 640+122 della linea FS esistente. La variante del tracciato ferroviario, prevede la soppressione del PL esistente con una viabilità che sottopassa la nuova variante ferroviaria. Di seguito viene riportata un'immagine dell'attuale passaggio a livello.

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 16 DI 29

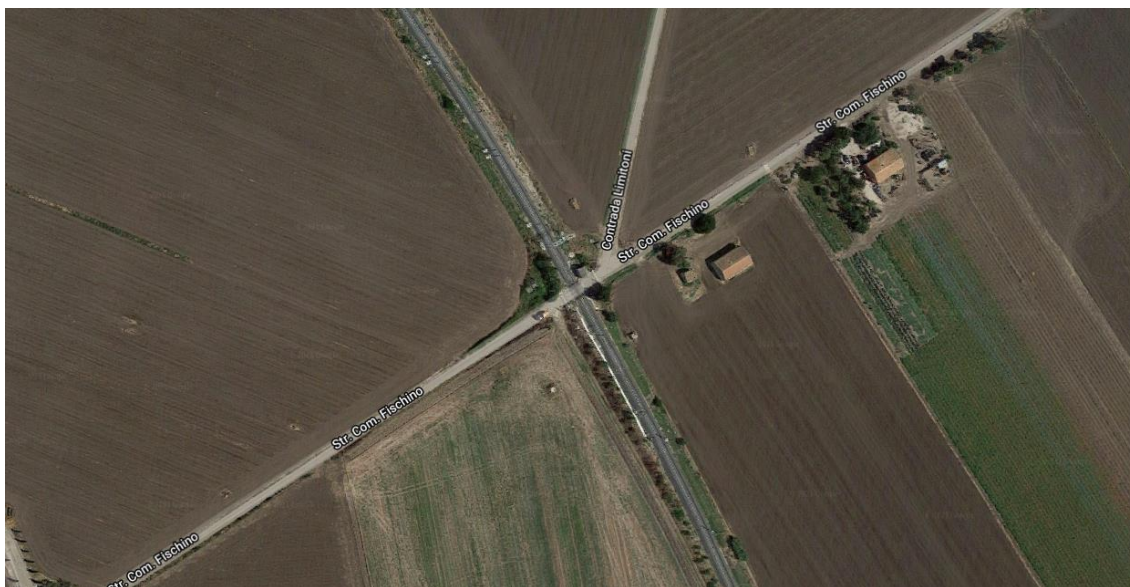


Figura 4 –Vista aerea dell’attuale passaggio a livello



Figura 5 –Vista fotografica dell’attuale passaggio a livello

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione specialistica sulla viabilità (elaborato LI0001E78RONV0100001B).

Come anzidetto, il sottopasso è posto alla pk 4+036.42, presenta dimensioni nette interne di 10.00x5.80m e sottopassa la linea ferroviaria in retto. Il franco stradale minimo è pari a 5.00m. L’opera in dettaglio nasce per la soppressione del PL presente. Lo spessore della soletta superiore è pari a 1.10m, quello dei piedritti è di 1.00m mentre per la soletta di base l’altezza è pari a 1.20m. Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l’estradosso della soletta superiore, è pari a circa 0.90m.

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina			
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC0000001	REV. C	FOGLIO 17 DI 29

Il manufatto è costituito da una struttura scatolare in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

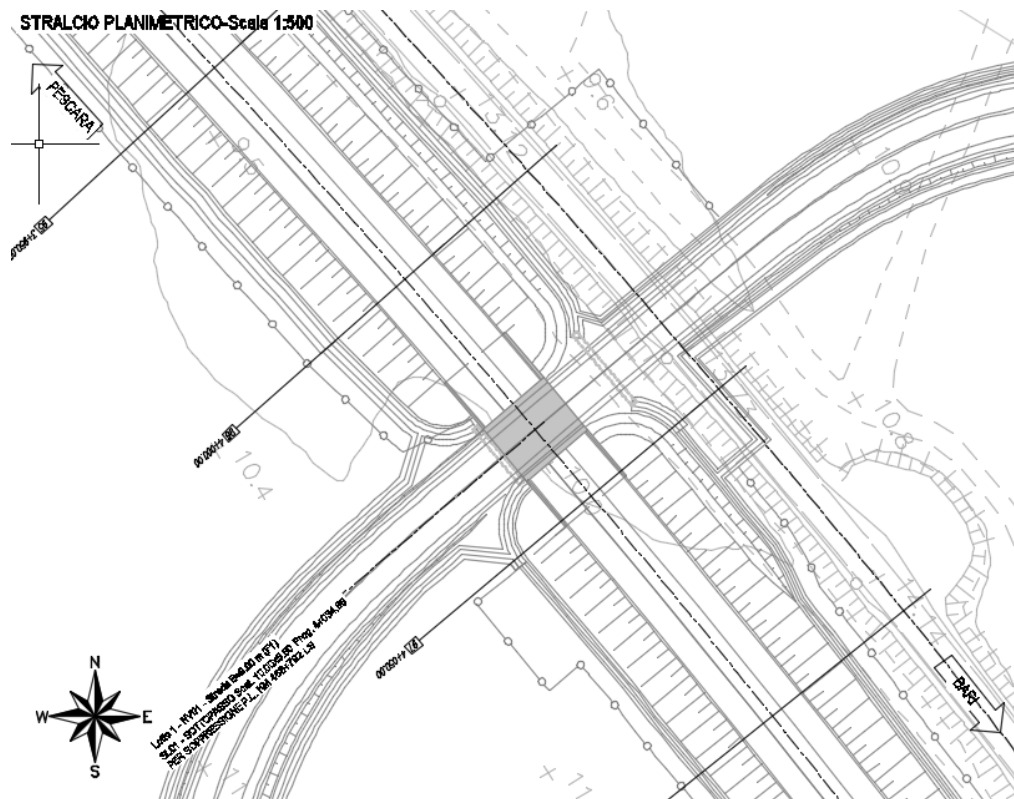


Figura 6 – Sottopasso stradale in c.a. – Vista in pianta

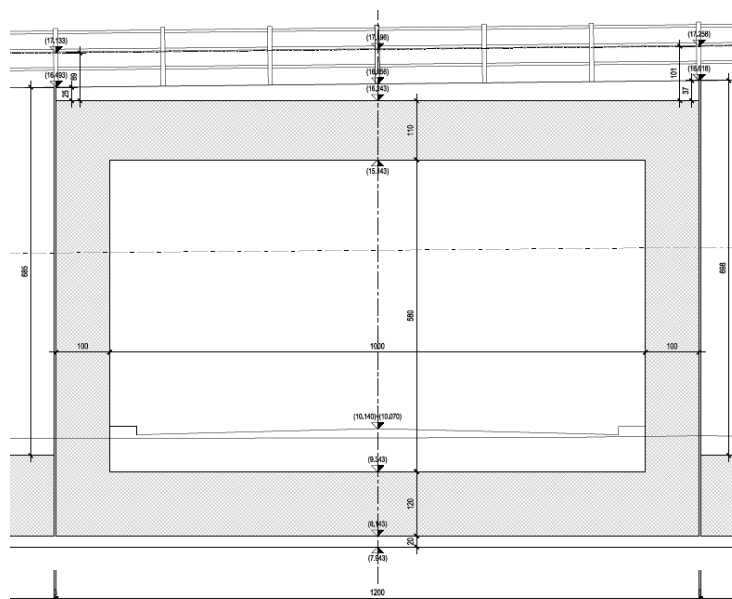


Figura 7 – Sottopasso stradale in c.a. – Vista frontale

Prima e dopo il sottopasso sono presenti due muri ad U a sostegno del risvolto del rilevato ferroviario. I piedritti presentano spessore variabile, con pendenza 1/10, partendo in sommità con uno spessore di 0.40m su

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina									
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC0000001</td> <td>C</td> <td>18 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC0000001	C	18 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RO OC0000001	C	18 DI 29							

cui è posto il parapetto di sicurezza. La suola di base ha spessore di 150cm. Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l’estradosso della soletta inferiore, è pari a circa 7.50m. Il manufatto è in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

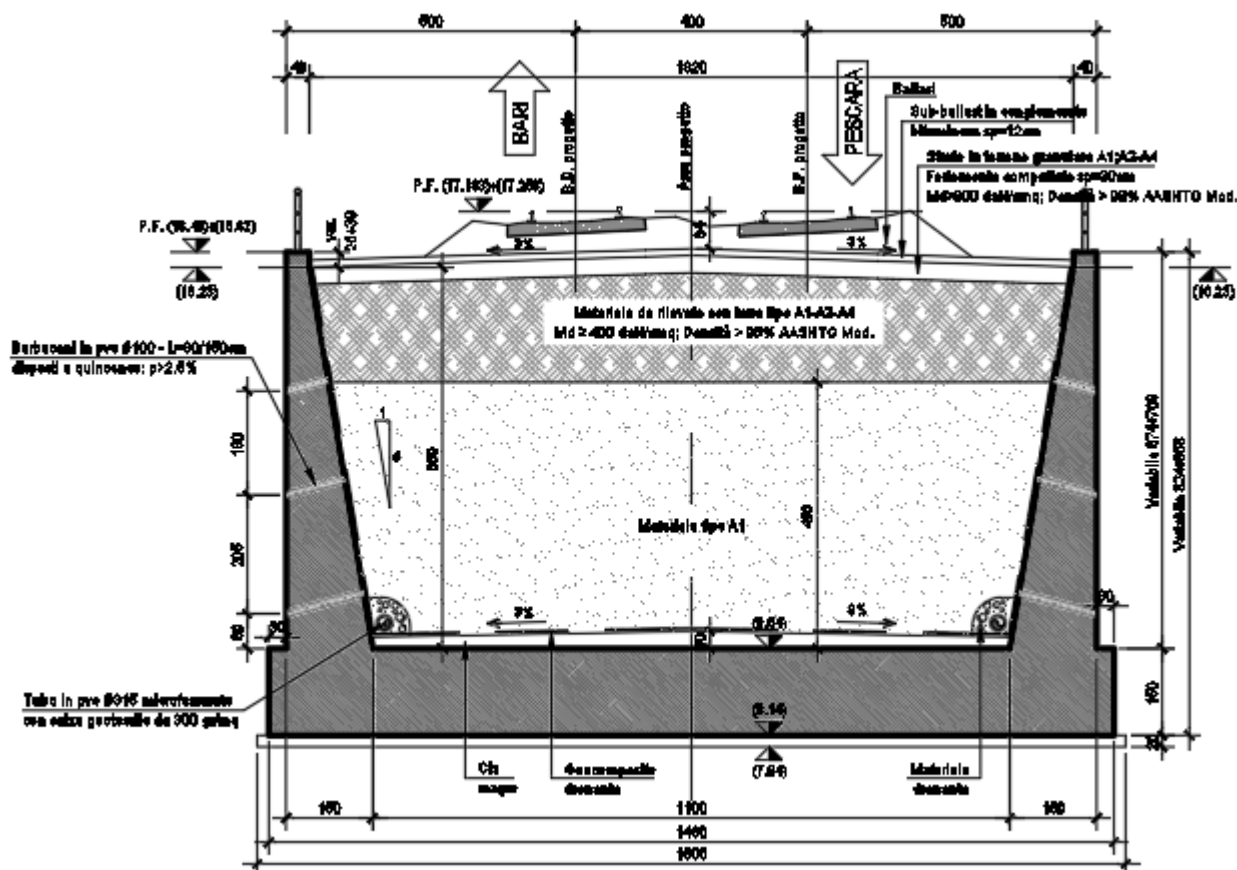


Figura 8 – Muri di sostegno ad “U” in c.a. - Sezione Trasversale tipo

5.4 OC01 (PK 5+245,78) OPERE DI PROTEZIONE DELLE PILE DEL CAVALCAFERROVIA AUTOSTRADA A14

Nel tratto di linea posto al di sotto dell’esistente viadotto dell’autostrada A14 è necessario predisporre delle opere di protezione dall’eventuale urto ferroviario sulle pile intermedie. Le opere previste in questa fase progettuale sono costituite da muri, in conglomerato cementizio armato gettato in opera, fondati su micropali che circondano le pile. Data la ridotta distanza dalla linea ferroviaria e la presunta interferenza con il rilevato ferroviario in fase di scavo delle fondazioni, tali muri saranno realizzati in due fasi:

- La prima prevede la realizzazione del muro di protezione lato Binario Dispari;
- In seconda fase sarà realizzato il muro di protezione lato Binario Pari.

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina		
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C FOGLIO 19 DI 29

Lo spessore dei piedritti di tale muro è pari a 0.80m sulle testate (in direzione ortogonale alla marcia del treno) e di 0.50m in direzione parallela. La fondazione presenta uno spessore pari a 0.90m e poggia su una serie di micropali $\phi 300\text{mm}$ di lunghezza di infissione $L=9.0\text{m}$ ad interasse $i=0.90\text{m}$, sia in senso longitudinale che trasversale. La distanza tra la quota del piano ferro e la quota di impatto dell'urto del treno è posta come da normativa ad 1.80m.

Di seguito si riportano alcune immagini significative, rinviando agli elaborati grafici per maggiori dettagli.

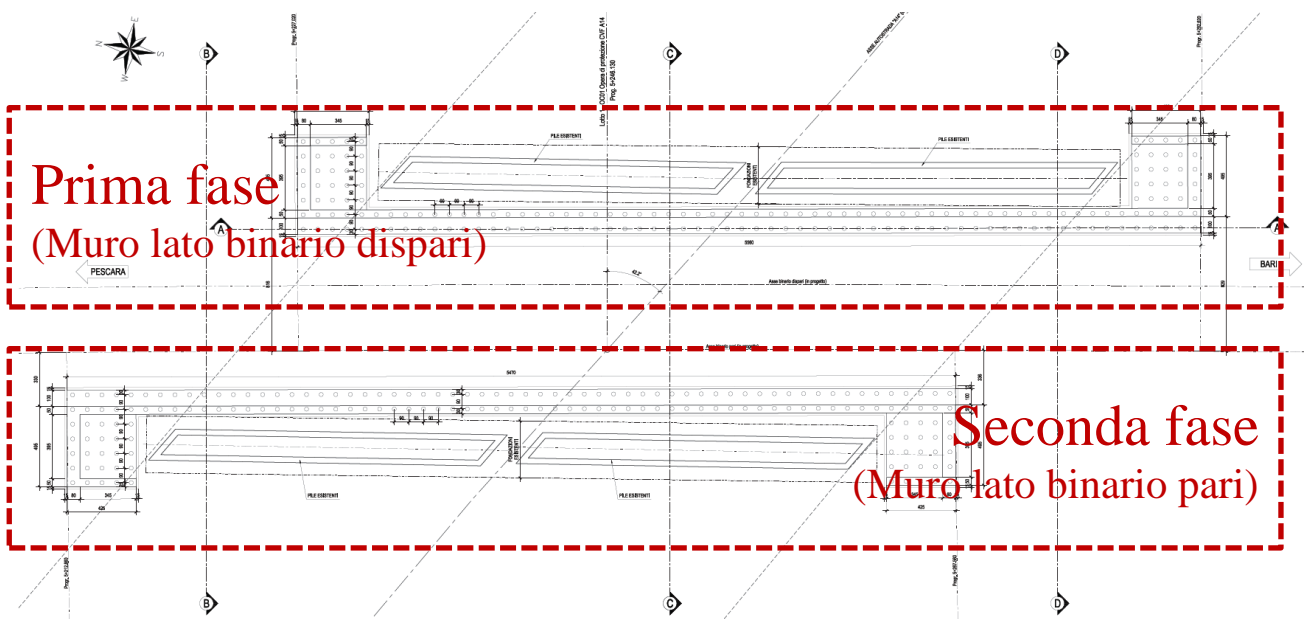


Figura 9 – Opere di protezione CVF Autostrada A14 – Vista in pianta ed indicazione delle fasi realizzative

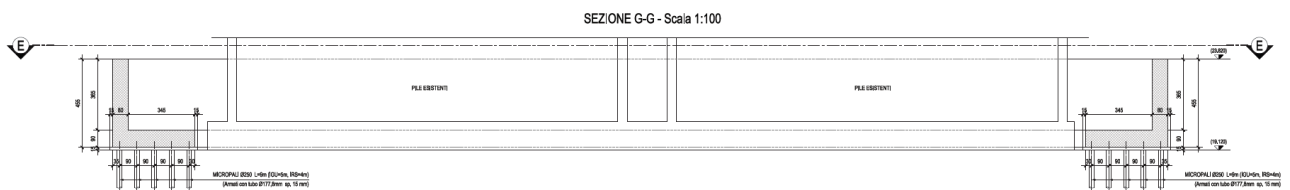


Figura 10 – Opere di protezione CVF Autostrada A14 - Prospetto del muro in c.a.

Mandataria VIA INGEGNERIA	Mandanti HYpro HUB VIOTOP mei Infrastructures Engineering s.p.a.	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina			
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 20 DI 29

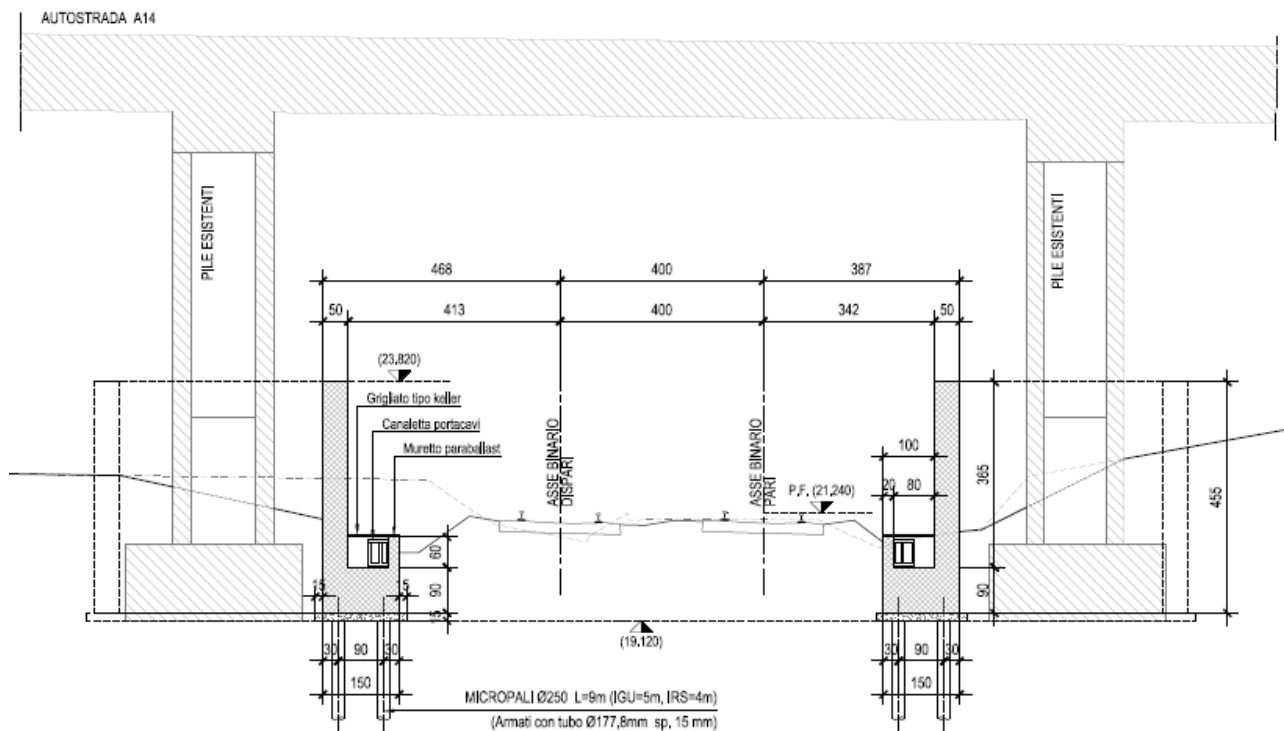


Figura 11 – Opere di protezione CVF Autostrada A14 - Sezione Trasversale

Date le caratteristiche geometriche del sistema, i due muri di protezione presentano lunghezze differenti, in quanto l'opera lato mare presenta una lunghezza complessiva di 55.60m, mentre l'opera lato monte ha lunghezza 54.70m.

5.5 OC02 (PK 6+304,71) OPERA DI PROTEZIONE BRETELLA SS16/SP31

Nel tratto in cui la ferrovia passa al di sotto della bretella esistente SS16/SP31 è necessaria la protezione della pila lato binario dispari, posta ad una distanza inferiore ai 15m come previsto dalla normativa [N.2], mentre la pila sul lato binario pari si trova ad una distanza di 16,32m dall'asse binario. Secondo quanto prescritto al manuale di progettazione [N.8] al Par. 3.12.3.5, nella progettazione di nuovi tratti ferroviari si dovrà di norma rispettare una distanza minima dai fabbricati esistenti di almeno 30m, in coerenza con il DPR n.753/1980.

Seguendo le indicazioni fornite dalla Direzione Tecnica con la lettera Prot. DT.0053560.17.U, laddove non sia possibile rispettare il suddetto vincolo, è necessario proteggere i fabbricati compresi nella fascia individuabile applicando il criterio della fiche UIC 777-2 ovvero posti ad una distanza inferiore a quanto determinabile dalla formula $d=V/0,55$ (dove V è la velocità di progetto della linea espressa in km/h). Per la linea in oggetto si ha $V=200$ km/h, di conseguenza si determina la fascia di rispetto $d=200 \times 0,55=18,43$ m. Pertanto, valutate le possibili conseguenze dovute al collasso delle pile del cavalcaferrovia a seguito di un urto ferroviario, si

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina		
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C FOGLIO 21 DI 29

decide di estendere l'opera di protezione anche alla pila posta sul lato pari.

L'opera di protezione consiste in un muro con configurazione in pianta a "C", a protezione della pila, fondato su micropali, con angolo tra l'asse ferroviario e l'asse dei muri di circa 85°. Data l'assenza di interferenze con il rilevato ferroviario, essi saranno realizzati in un'unica fase costruttiva. Il muro presenta un paramento di testata di spessore 1.00 (in direzione ortogonale alla marcia del treno) e pari a 0.70m (in direzione parallela alla marcia del treno). La fondazione presenta uno spessore pari a 1.00m e poggia su una serie di micropali $\phi 300\text{mm}$ di lunghezza di infissione $L=10.0\text{m}$ ad interasse variabile ($i=0.90\div 1.20\text{m}$). Si riportano di seguito alcune immagini rappresentative dell'opera, rinviando per maggiori dettagli agli elaborati specifici.

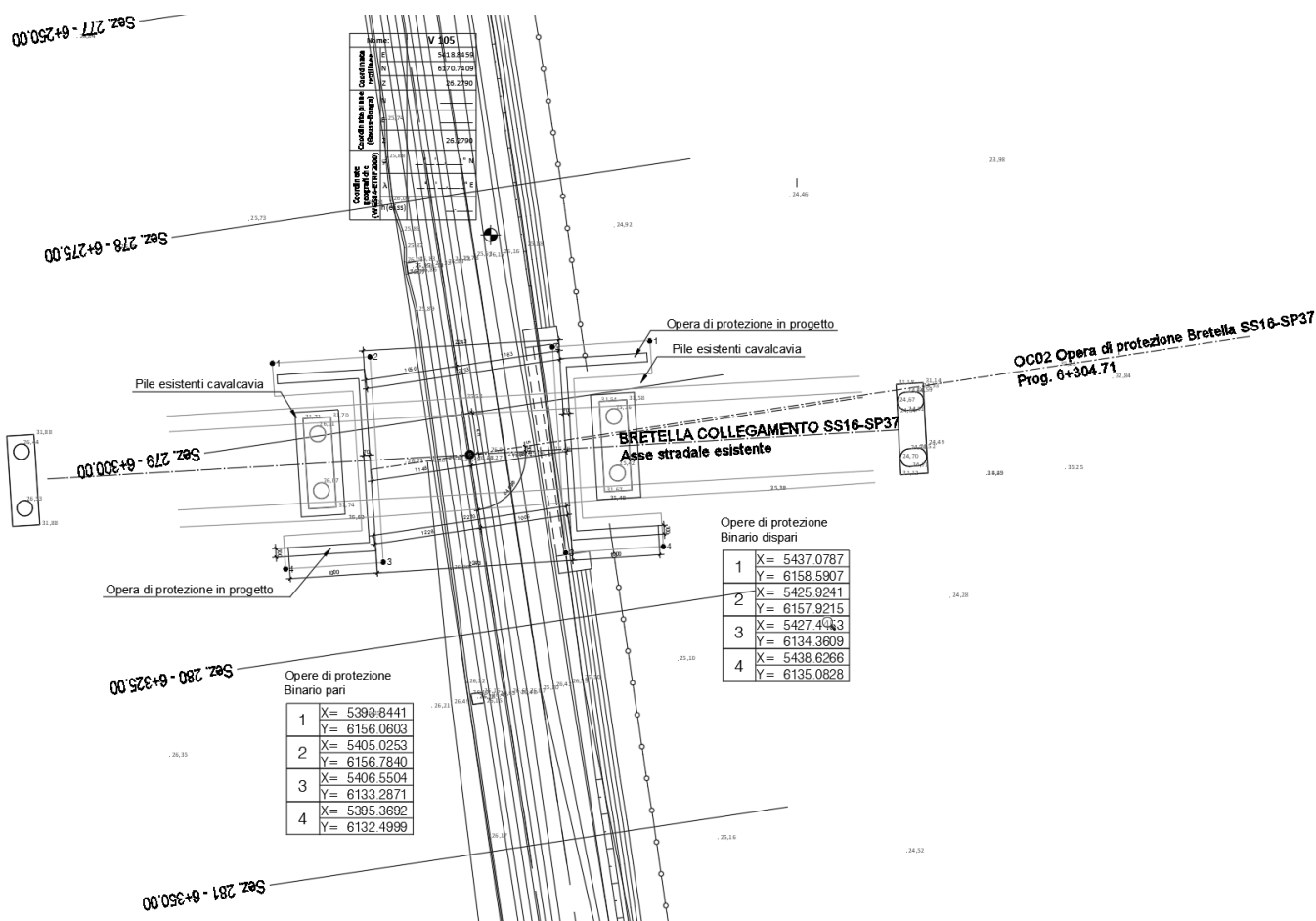


Figura 12 – Opere di protezione pile SS16-SP31 – Stralcio planimetrico

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina		
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C FOGLIO 22 DI 29

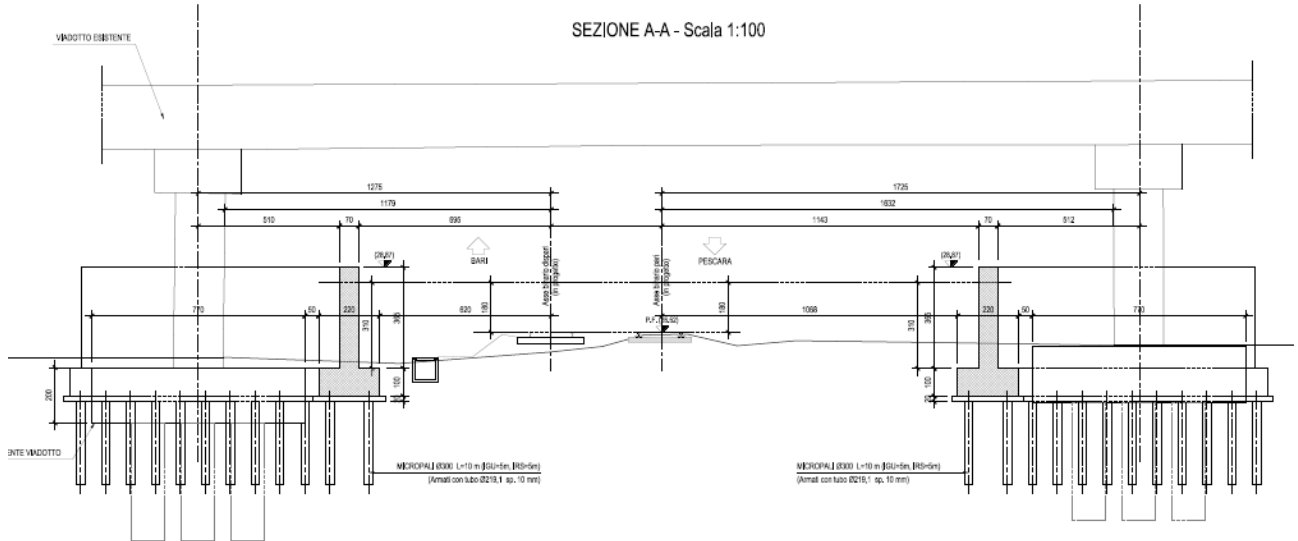


Figura 13 – Opere di protezione pile SS16-SP31 – Sezione trasversale

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina			
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 23 DI 29

6 MATERIALI

6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito vengono fornite le relative specifiche in merito ai parametri meccanici e alle resistenze di calcolo:

Calcestruzzo

Classe di resistenza			C32/40	
Resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}	=	40	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}	=	33,20	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	=	1,5	
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	=	18,81	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica a compressione	f_{cm}	=	41,20	N/mm ²
Modulo elastico medio	E_{cm}	=	33642,78	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	=	3,10	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	f_{ctfm}	=	3,72	N/mm ²

Barre di armatura

Tipologia			B450C	
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	γ_s	=	1,15	
Resistenza di progetto a snervamento	f_{yd}	=	391,30	N/mm ²
Modulo elastico longitudinale	E_s	=	210000,00	N/mm ²

Per i micropali si adotta:

Miscela cementizia

Classe di resistenza			C25/30	
Resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}	=	30	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}	=	25	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza (azione eccezionale)	γ_c	=	1,00	
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	=	21,2	N/mm ²

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina			
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 24 DI 29

Valore medio della resistenza cilindrica a compressione	f_{cm}	=	33	N/mm ²
Modulo elastico medio	E_{cm}	=	31.447	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	=	2,56	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	f_{ctfm}	=	3,07	N/mm ²
<i>Tubolare di armatura in acciaio</i>				
Classe di resistenza			S 355	
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}		510	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}		355	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza (azione eccezionale)	γ_s	=	1,00	
Resistenza di progetto a snervamento	f_{yd}	=	355	N/mm ²

6.2 PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

6.2.1 Calcestruzzo per opere in c.a./acciaio

Secondo quanto riportato nella Relazione di Calcolo le classi di resistenza da adottare per le parti di struttura realizzate in conglomerato cementizio gettato in opera, dovranno rispettare i seguenti requisiti di resistenza:

	Classe	Resistenza Cubica
Per strutture in fondazione/paramento verticale	C32/40	$R_{ck} \geq 32\text{MPa}$

Nella realizzazione del manufatto in oggetto sono impiegati esclusivamente leganti di tipo idraulico. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Le caratteristiche dell'impasto (ad eccezione delle opere in spritz beton) dovranno essere le seguenti:

Cemento per strutture in elevazione/fondazione:

Rapporto acqua/cemento massimo: $a/c \leq 0.50$

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. C	FOGLIO 25 DI 29

Consistenza calcestruzzo fluida slump:

- opere in fondazione/monoliti S4

Dosaggio cemento per strutture in fondazione: 340 kg/m³

Diametro massimo inerti:

- per opere in elevazione/fondazione $\Phi \leq 20$ mm

Cemento

La fornitura del cemento sarà effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art.3 della legge 26/5/1965 n.595. Deve essere impiegato esclusivamente cemento rispondente a quanto stabilito dalla UNI EN 197:2007 e la rispondenza sarà comprovata da certificati ufficiali. Il cemento dovrà essere conservato esclusivamente in locali coperti, asciutti e privi di correnti d'aria. Relativamente ai requisiti fisici il cemento dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto II della UNI EN 197/1:2007, e tali dati dovranno essere comprovati da idonea certificazione.

Sabbia

La sabbia dovrà essere prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; dovrà essere costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; dovrà essere aspra al tatto e senza lasciare traccia di sporco; dovrà essere esente da cloruri e scevra di materie terrose, argillose, limacciose e polverulenti; non dovrà contenere fibre organiche, oltre a quanto stabilito dalla UNI EN 197:2007, la corrispondenza granulometrica della sabbia potrà essere anche quella eventualmente migliore che risulti da diretta esperienza sui materiali impiegati. Il diametro massimo da utilizzare sarà pari a 3mm.

Ghiaia e Pietrisco

La ghiaia dovrà essere formata da materiali resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo, gli elementi dovranno essere pulitissimi ed esenti da cloruri e da materiali polverulenti; dovranno essere esclusi elementi a forma di ago e di piastrelle. Oltre a rispondere ai requisiti richiesti dalla UNI EN 197:2007, la composizione dell'aggregato ghiaia-sabbia dovrà essere quella eventualmente migliore che risulta da esperienza diretta sui materiali impiegati. Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia sarà commisurata per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non deve superare 0,6-0,7 volte la distanza minima tra due ferri contigui e dovrà essere inferiore ad 1/4 della dimensione minima della struttura. Il pietrisco e la graniglia dovranno provenire dalla spezzatura di rocce silicee, basaltiche, porferee, granitiche e calcaree, rispondenti in genere

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina				
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori		COMMESSA LI07	LOTTO 01	FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RO OC00000001	REV. FOGLIO C 26 DI 29	

ai requisiti prescritti per pietre naturali nonché a quelli prescritti per la ghiaia al precedente punto. Dovrà essere escluso il pietrisco proveniente dalla frantumazione di scaglie di residui di cave. I diametri massimi da utilizzare nel confezionamento saranno:

- ghiaietto vagliato granulometria (max) 15 mm
- ghiaia vagliata granulometria (max) 20/25 mm

Acqua di impasto

L'acqua dovrà essere dolce, limpida non aggressiva e priva di terre. Non dovranno essere impiegate acque eccessivamente dure, ricche di solfati o di cloruri; acque di rifiuto, anche se limpide, se provenienti da fabbriche di qualsiasi genere; acque contenenti argilla, humus, limo; acque contenenti residui grassi, oleosi o zuccherini; acque piovane. Fermo restando quanto disposto dalla UNI EN 197:2007 e dalla UNI EN 1008:2003, e ritenuto che l'eccesso di acqua costituisce causa fondamentale della riduzione di resistenza del conglomerato, nella determinazione della qualità dell'acqua, per l'impasto si dovrà tenere conto anche di quella contenuta negli inerti. La consistenza del conglomerato - nel caso in cui i componenti non superino i 30 mm ed il rapporto acqua-cemento sia superiore a 0,5 - sarà determinata in cantiere attraverso prova con cono di Abrams.

6.2.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata

Non si devono porre in opera armature ossidate, con corrosioni che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato ed in ogni caso dovranno rispondere a tutti i requisiti riportati nella circolare del Ministero dei LL.PP. n.37406 del 24/06/1993 e nella UNI EN 10080:2005 relativamente agli acciai ad aderenza migliorata. Possono essere utilizzati indifferentemente acciaio B450C, B450A ovvero acciaio trafilato. La limitazione da norma prevede che l'utilizzo dell'acciaio B450A sia limitato a barre o reti elettrosaldate con diametro $\square \leq 10\text{mm}$. Le barre piegate devono presentare nelle piegature un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 volte il diametro. Tutti gli ancoraggi di staffe e tirantini devono essere risvoltati verso l'interno dell'elemento strutturale di 135° con lunghezza pari a $10\square$. Per la piegatura si raccomanda l'uso dei seguenti mandrini, in funzione della tipologia di acciaio ed in base al diametro delle barre:

Acciaio ad aderenza migliorata B450C

barre $\Phi \leq 12\text{mm}$	diametro del mandrino $\Phi * \leq 4 \Phi$
barre $12 \leq \Phi \leq 16\text{mm}$	diametro del mandrino $\Phi * \leq 5 \Phi$
barre $16 \leq \Phi \leq 24\text{mm}$	diametro del mandrino $\Phi * \leq 8 \Phi$

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>27 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	27 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	27 DI 29										

barre $24 \leq \Phi \leq 40 \text{mm}$

diametro del mandrino $\Phi * \leq 10 \Phi$

Acciaio ad aderenza migliorata B450A

barre $\Phi \leq 10 \text{mm}$

diametro del mandrino $\Phi * \leq 4 \Phi$

Giunzioni

Le giunzioni delle barre devono avvenire di preferenza in zona non tesa, ovvero in regioni in cui si riscontrino minori sollecitazioni. Le giunzioni possono avvenire secondo le seguenti modalità:

- mediante saldature, in accordo a quanto previsto per gli acciai al punto 11.3.2.7 delle NTC2008, previa certificazione della saldabilità delle barre adottate, verifica delle compatibilità fra metalli e del supporto adottato;
- mediante manicotti filettati o giunzioni meccaniche, preventivamente validate da prove sperimentali o coperte da brevetto;
- a mezzo di sovrapposizione delle barre per una lunghezza in retto non inferiore a 40 volte il diametro della barra in oggetto.

Nel caso in cui si adottino barre di diametro $\Phi \geq 32 \text{mm}$ occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

6.2.3 Acciaio da carpenteria metallica (micropali e travi di manovra)

Tutti i materiali devono rispondere alle norme UNI-CNR 10011 ed UNI EN 1993:2007. I profili a caldo in acciaio sono realizzati con i seguenti tipi di acciai da carpenteria metallica:

Tipo S275 J0/JR:

Spessori nominali $< 40 \text{ mm}$

Tensione di rottura a trazione $f_{yk} \geq 430.00 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento $f_{yk} \geq 275.00 \text{ MPa}$

Resilienza $KV \geq 27J$

Modulo di elasticità normale $E_s = 206000 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità tangenziale $G_s = 78400 \text{ MPa}$

Mandataria 	Mandanti   	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>28 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	28 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	28 DI 29										

Tipo S355 J0/JR:

Spessori nominali < 40 mm

Tensione di rottura a trazione $f_{yk} \geq 510.00 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento $f_{yk} \geq 355.00 \text{ MPa}$

Resilienza $KV \geq 27J$

Modulo di elasticità normale $E_s = 206000 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità tangenziale $G_s = 78400 \text{ MPa}$

Collegamenti Bullonati

I profili devono essere posti in opera privi di tracce di ruggine e trattati con idrosabbatura prima delle operazioni di zincatura. Come protezione alla corrosione si prevede una fase di zincatura a caldo ottenuta per bagno di infusione per i diversi profili. Le caratteristiche dei materiali dovranno corrispondere a quelle indicate nel D.M. 17 gennaio 2018. I materiali da impiegarsi per la realizzazione delle unioni di membrature semplici dovranno essere:

Viti 8.8 secondo UNI EN 20898/1 (UNI 5712)

Resistenza a rottura per trazione $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica per azioni normali $f_{k,N} = 0.9f_{tb} = 720 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto per azioni normali $f_{d,N} = f_{k,N}/g_{M2} = 576 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica per azioni taglianti $f_{k,V} = 0.6 \times f_{tb} = 480 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto per azioni taglianti $f_{d,V} = f_{k,V} / g_{M2} = 384 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente parziale di sicurezza S.L.U. $g_{M2} = 1.25$

Viti 10.9 secondo UNI EN 20898/1 (UNI 5712)

Resistenza a rottura per trazione $f_{tb} = 1000 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento $f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$

Mandataria 	Mandanti  	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina												
OC – OPERE CIVILI Relazione tecnica - Opere Civili Minori	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RO OC00000001</td> <td>C</td> <td>29 DI 29</td> </tr> </tbody> </table>				COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	29 DI 29
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO										
LI07	01	E ZZ RO OC00000001	C	29 DI 29										

Resistenza caratteristica per azioni normali $f_{k,N} = 0.9 f_{tb} = 900 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto per azioni normali $f_{d,N} = f_{k,N}/g_{M2} = 720 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica per azioni taglianti $f_{k,V} = 0.6 \times f_{tb} = 600 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto per azioni taglianti $f_{d,V} = f_{k,V} / g_{M2} = 480 \text{ N/mm}$

Coefficiente parziale di sicurezza S.L.U. $g_{M2} = 1.25$

Dadi 8G secondo UNI 3740/4a (UNI 5713)

Rosette C50 HRC32-40 secondo UNI 7845 (UNI 5714)

Elettrodi E52 (UNI 5132-74)

Ogni partita di materiale ordinato dovrà essere corredata da certificati di ferriere qualificate secondo D.M. 17.01.18, ed in cantiere si dovrà poi provvedere al prelievo di campioni da sottoporre a prove di resistenza, secondo quanto previsto dalla cogente normativa.

Unioni saldate

Le saldature di elementi in acciaio devono essere effettuate con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063/2001. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1/2005. Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011/2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. La preparazione dei lembi dovrà essere eseguita secondo la norma UNI EN ISO 9692-1/2005.

6.3 NOTE

Ai sensi del paragrafo 11.1 delle NTC del 2008 i materiali utilizzati devono essere identificati, qualificati e soprattutto accettati dal Direttore dei Lavori, prima della loro fornitura e posa in opera. Qualsiasi variazione delle caratteristiche tecniche minime sopra indicate, dovrà essere preventivamente concordata con la Direzione dei Lavori.