

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA FERROVIA ROMA - VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO VIGNA DI VALLE

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR1J 01 D 29 CL IN2200 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau 	05.2020	M. Monda 	05.2020	T. Paoletti 	05.2020	F. Arduini 05.2020 ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Via Feltrina, 100 01100 Anagni C/O Direzione Tecnica Infrastrutture Centro

File: NR1J01D29CLIN2200002A.doc

n. Elab.: 307.19

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	8
2.3	SOFTWARE.....	9
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
3.1	CALCESTRUZZO	10
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE.....	10
3.3	CARPENTERIA METALLICA	11
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	12
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI	16
6.	ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO	17
6.1	AZIONI PERMANENTI.....	17
6.1.1	<i>Peso proprio</i>	17
6.1.2	<i>Spinta delle terre</i>	17
6.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	19
7.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE.....	20
8.	METODO DI ANALISI.....	23
8.1	MODELLAZIONE NUMERICA	23

8.2	MODELLI DI CALCOLO	27
8.3	FASI DI COSTRUZIONE	27
8.3.1	<i>Sezione 1</i>	29
8.3.2	<i>Sezione 2</i>	37
9.	CRITERI DI VERIFICA	46
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	46
9.1.1	<i>Verifica della massima spinta passiva mobilitata</i>	46
9.1.2	<i>Verifica degli spostamenti</i>	46
9.1.3	<i>Altre verifiche</i>	47
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI	47
9.2.1	<i>Verifica dei tubi di armatura dei micropali</i>	47
9.2.2	<i>Verifica del puntone</i>	47
9.2.3	<i>Verifica della trave di coronamento</i>	47
10.	RISULTATI SEZIONE 1	48
11.	RISULTATI SEZIONE 2	52
12.	VERIFICHE SEZIONE 1	56
12.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	56
12.2	VERIFICHE STRUTTURALI	56
12.2.1	<i>Paratia</i>	56
12.2.2	<i>Trave di coronamento</i>	59
13.	VERIFICHE SEZIONE 2	62

13.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	62
13.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	62
	13.2.1 Paratia	62
	13.2.2 Trave di coronamento	65
	ALLEGATI.....	66
	Allegato 1 – Tabulati di PARATIE – Sezione 1	67
	Allegato 2 – Tabulati di PARATIE – Sezione 2.....	113

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento della paratia provvisoria da realizzare per consentire la costruzione dell'attraversamento idraulico IN22 (pk 36+614), nell'ambito degli interventi di raddoppio della linea Cesano-Vigna di Valle.

La geometria del manufatto di attraversamento è discussa in dettaglio negli elaborati di progetto (Doc. rif. [9], [10] e [12]) e rappresentata in maniera schematica in Figura 1. La paratia consentirà di eseguire le lavorazioni secondo quanto previsto nell'elaborato grafico delle Fasi costruttive (Doc. rif. [11]), risolvendo le interferenze con la linea ferroviaria esistente, che sarà mantenuta in funzione fino alla parziale realizzazione del tombino.

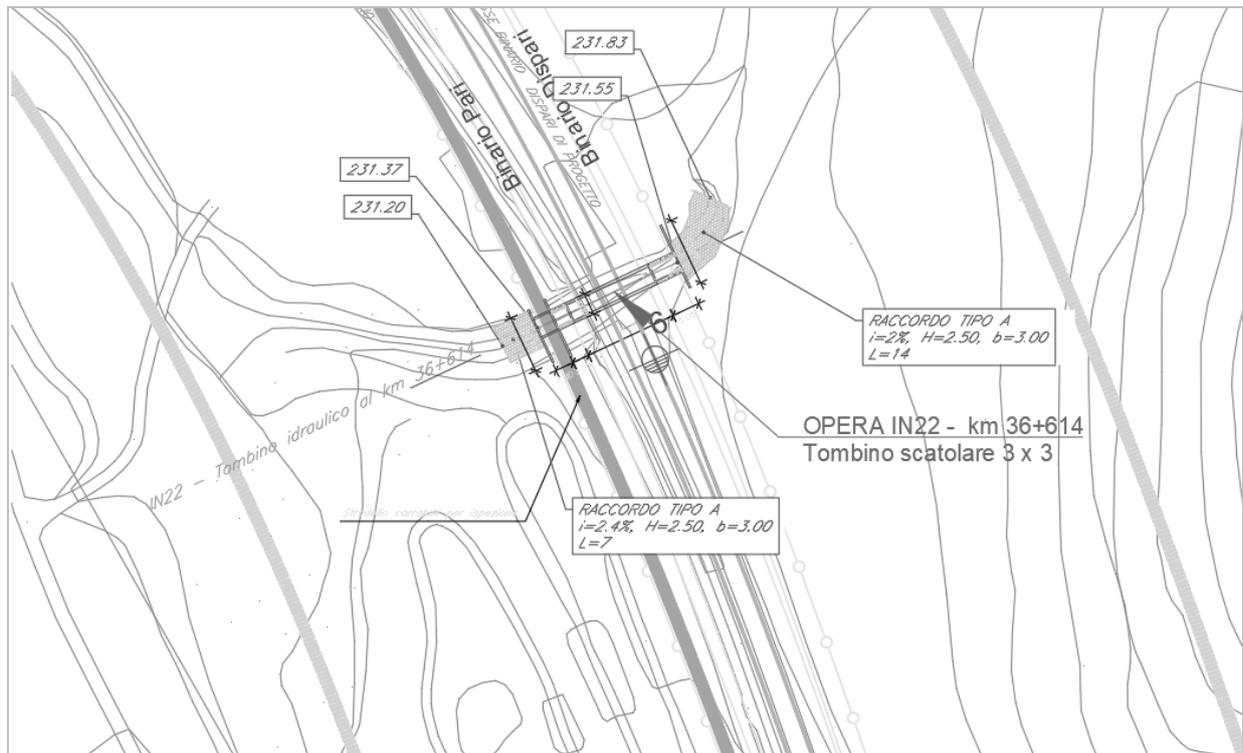


Figura 1 – Tombino IN22 al km 36+614: planimetria (Doc. rif. [10])

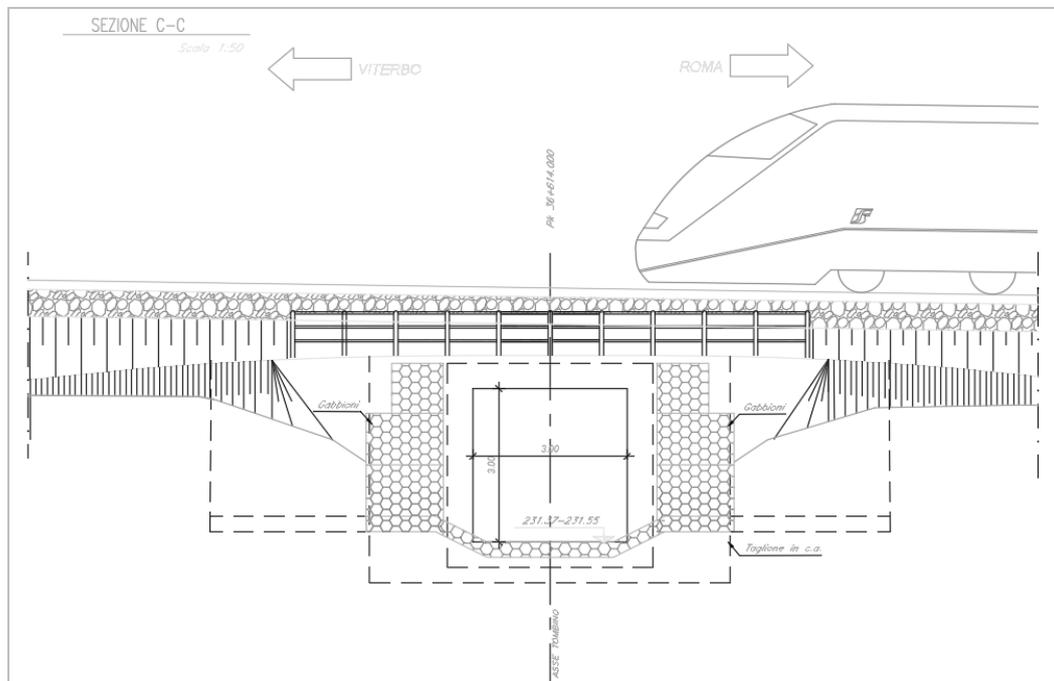
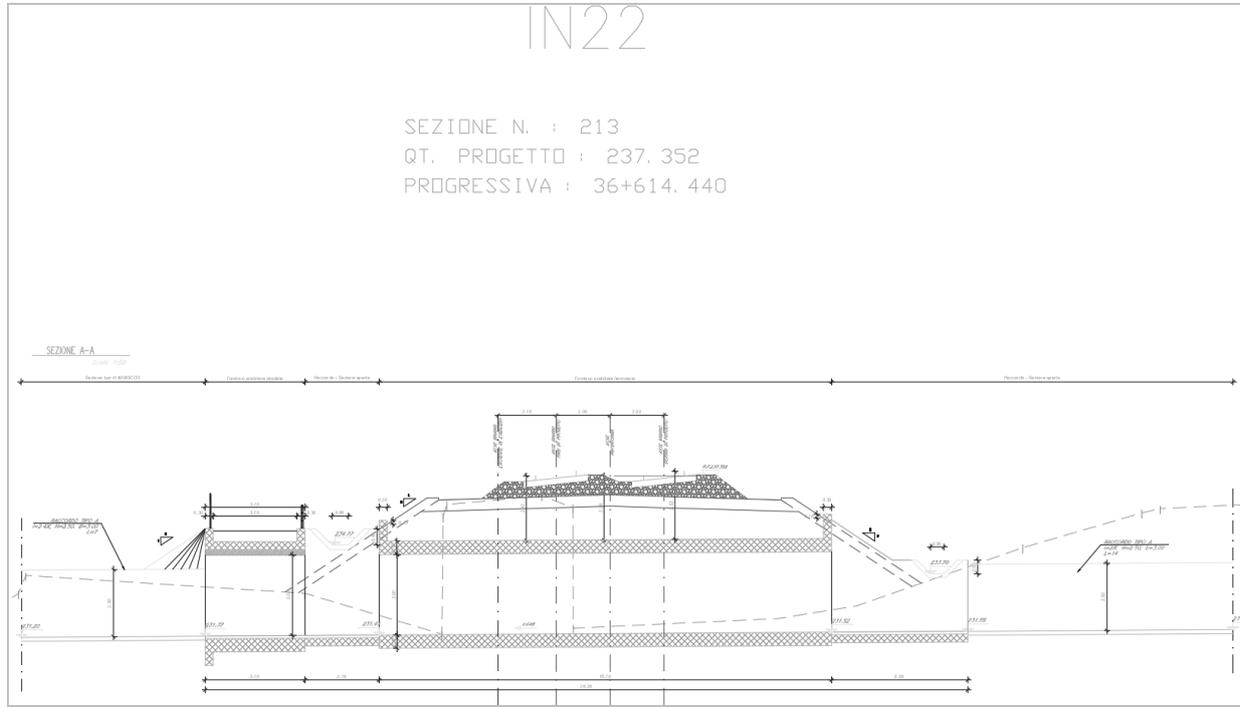


Figura 2 - Tombino IN22 al km 36+614: sezioni (Doc. rif. [12])

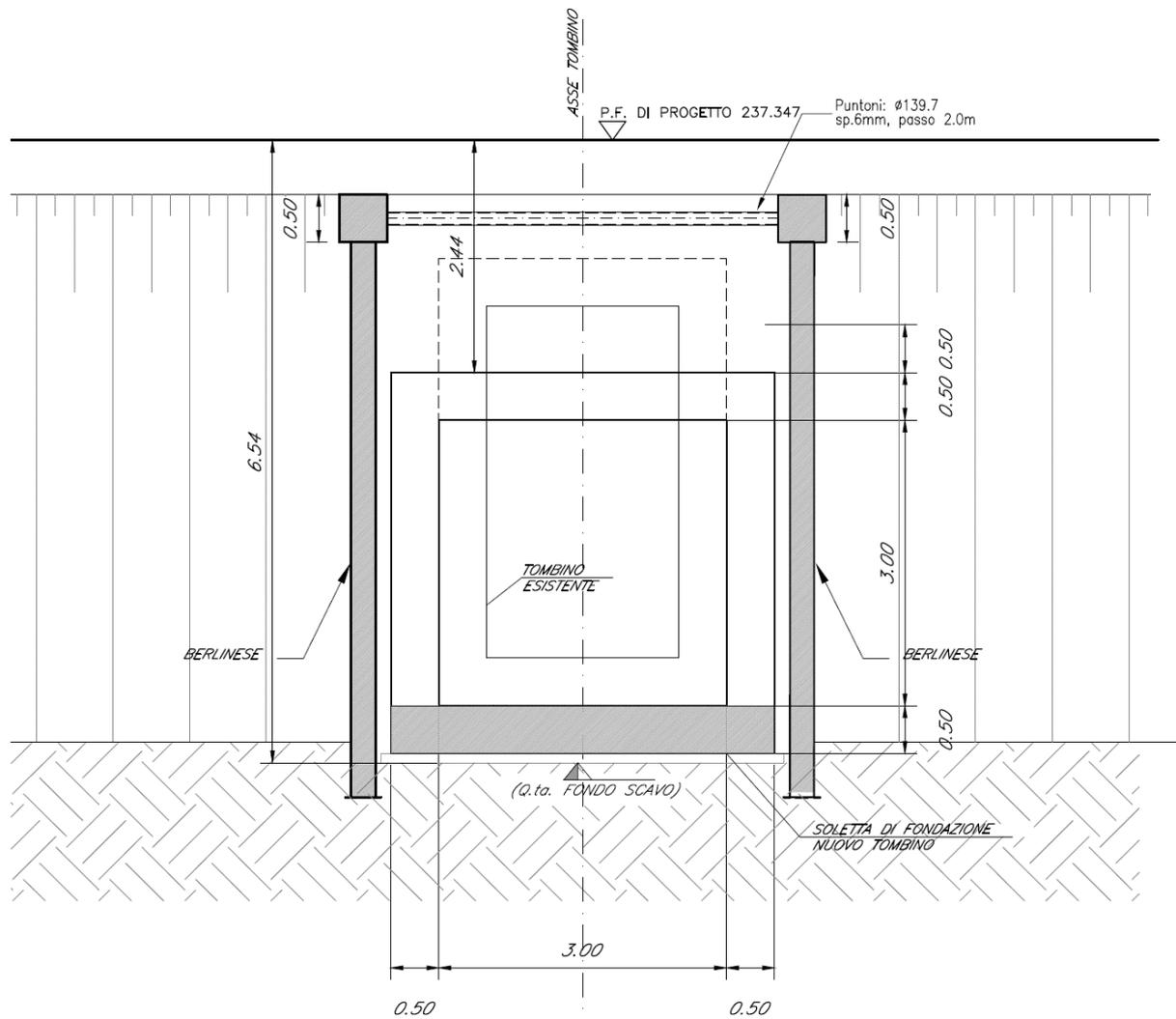


Figura 3 - Paratia provvisoria: sezione

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>8 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	8 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	8 di 161								

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Normative di riferimento

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018;
- [2] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- [3] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- [4] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea.
- [5] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 Corpo Stradale”.
- [6] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili – parte II Sezione 3 – Corpo Stradale

2.2 Documentazione di progetto

- [7] Relazione geotecnica generale – Progetto Esecutivo NR1J01D29GE0005001A
- [8] Profilo geotecnico di linea – Tav1-8 R1J01D29F6GE0005001A
- [9] IN22 Tombino idraulico al km 36+614 - Relazione tecnica descrittiva NR1J01D29ROIN2200001A
- [10] IN22 Tombino idraulico al km 36+614 - Planimetria di progetto NR1J01D29P8IN2200001A
- [11] IN22 Tombino idraulico al km 36+614 Fasi costruttive NR1J01D29BZIN2200001A-2A
- [12] IN22 Tombino idraulico al km 36+614 – Carpenteria scatolare – Pianta e sezioni NR1J01D29BZIN2200003A

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>9 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	9 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	9 di 161								

[13] IN22 Tombino idraulico al km 36+614 – Scavi e opere provvisionali – Pianta e sezioni
NR1J01D29PZIN2200001A

2.3 Software

[14] ParatiePlus 20.0.2 – Ceas Srl (www.ceas.it)

[15] RC-SEC – Geostru (<https://www.geostru.eu/it/>)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>10 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	10 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	10 di 161								

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Elemento strutturale: cordoli di collegamento

Peso specifico, γ_c	25,00 kN/mc
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	33 N/mm ²
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.55 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.06 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.14 N/mm ²
Modulo elastico, E_{cm}	31447 N/mm ²

3.2 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, γ_a	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
Tensione nominale di rottura, $f_{t\ nom}$	540 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk\ min}$	450 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk\ min}$	540 N/mm ²
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ min}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ max}$	1,35

Massimo rapporto tra i valori nominali, ($f_y/f_{y \text{ nom}}$)k 1,25

Allungamento caratteristico sotto carico massimo, (Agt)k 7,5 %

Modulo di elasticità dell'acciaio, E 206000 N/mmq

3.3 Carpenteria metallica

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo saldati

Tipo EN 10025-2 S275 J2+N – per spessori nominali $t \leq 40$ mm

Tipo EN 10025-2 S275 K2+N – per spessori nominali $t > 40$ mm

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati

Tipo EN 10025-2 S275 J0+N

Acciaio in profili a sezione cava

Tipo EN 10210-1 S275 J0H+N

modulo elastico $E_s = 210000$ MPa

resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 430$ MPa

resistenza caratteristica a snervamento $f_{yk} \geq 275$ MPa

resistenza di calcolo acciaio $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 261.9$ MPa

coefficiente riduttivo $\gamma_{M0} = 1.05$

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>12 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	12 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	12 di 161								

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La paratia illustrata in Figura 3 avrà la funzione di consentire la realizzazione dell'attraversamento idraulico IN22 per fasi, mantenendo in esercizio la linea ferroviaria. Ciò sarà possibile procedendo alla costruzione secondo le fasi costruttive riassunte di seguito.

- FASE 1) Preparazione del cantiere;
- FASE 2) Realizzazione berlinese dei micropali con relativo cordolo e puntoni lato nord rispetto alla ferrovia esistente;
- FASE 3) Scavo propedeutico alla realizzazione del nuovo tombino;
- FASE 4) Getto magrone e soletta di fondo;
- FASE 5) Realizzazione del nuovo manufatto, piedritti e copertura;
- FASE 6) Rimozione puntoni provvisori e realizzazione rilevato ferroviario;
- FASE 7) Posa dei nuovi binari e deviazione traffico;
- FASE 8) Dismissione binario esistente e scavo rilevato;
- FASE 9) Realizzazione berlinese di micropali con relativo cordolo e puntoni lato sud rispetto alla ferrovia esistente;
- FASE 10) Scavo e demolizione tombino esistente;
- FASE 11) Installazione puntoni orizzontali;
- FASE 12) Getto magrone e soletta di fondazione;
- FASE 13) Rimozione puntoni e completamento tombino;
- FASE 14) Completamento tombino;
- FASE 15) Demolizione parziale dei micropali fino a intradosso soletta superiore scatolare;
- FASE 16) Realizzazione del nuovo rilevato ferroviario;
- FASE 17) Posa e messa in esercizio dei nuovi binari.

Per maggiori dettagli sulle fasi costruttive si faccia riferimento all'elaborato di progetto dedicato (Doc. rif. [11]).

L'opera di sostegno provvisoria è costituita da berlinesi di micropali con interasse pari a 0.3 m e realizzati con perforazioni del diametro di 250 mm fino alla profondità di 11 m ed iniezioni a gravità. I micropali saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 168.3 mm e spessore di 8 mm. I micropali sono collegati in testa da un cordolo in c.a. di sezione 50 cm x 50 cm.

Al fine di contenere le deformazioni orizzontali della paratia è previsto un ordine di puntoni tubolari in acciaio del diametro di 139.7 mm e con spessore 6 mm, aventi un interasse di 2.00 m che verranno installati in corrispondenza del cordolo di testa alla paratia.

I puntoni che interferiscono con le pareti del tombino, verranno rimossi al termine della maturazione del getto della soletta.

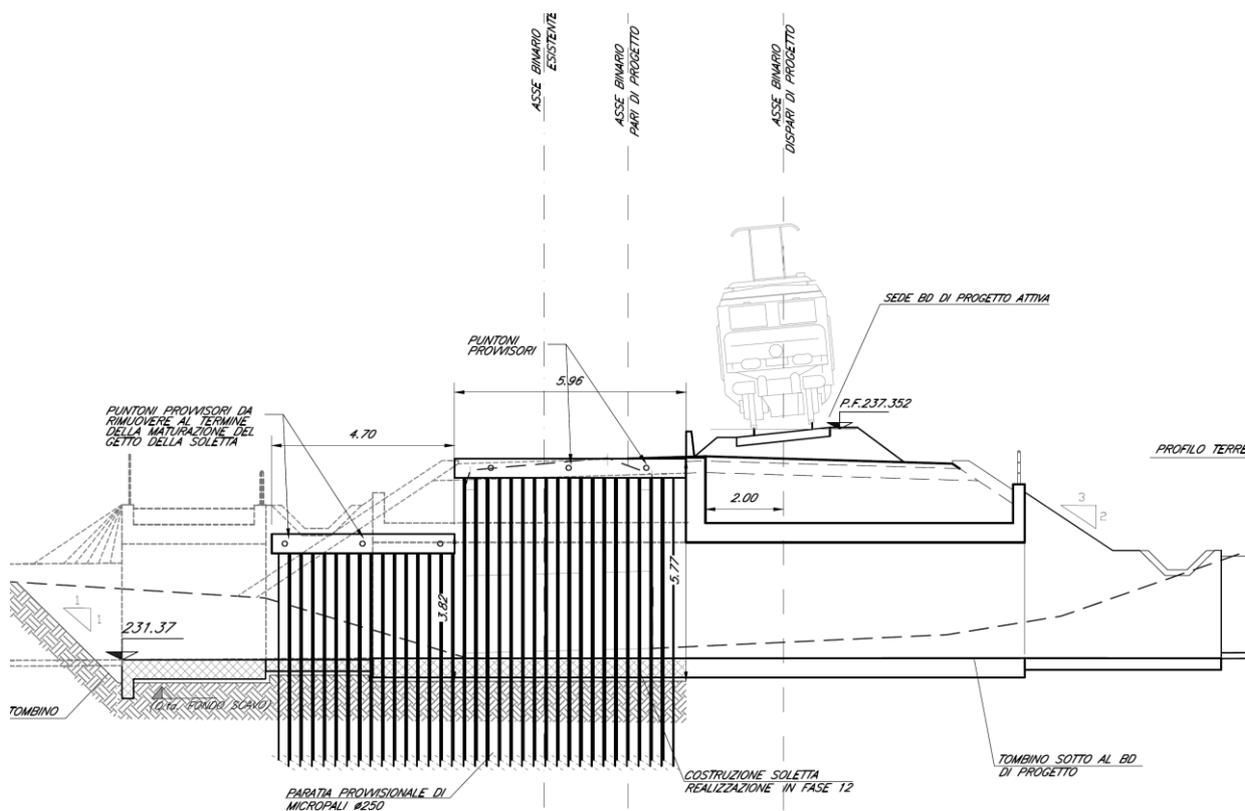


Figura 4 - Paratia provvisoria: prospetto 1

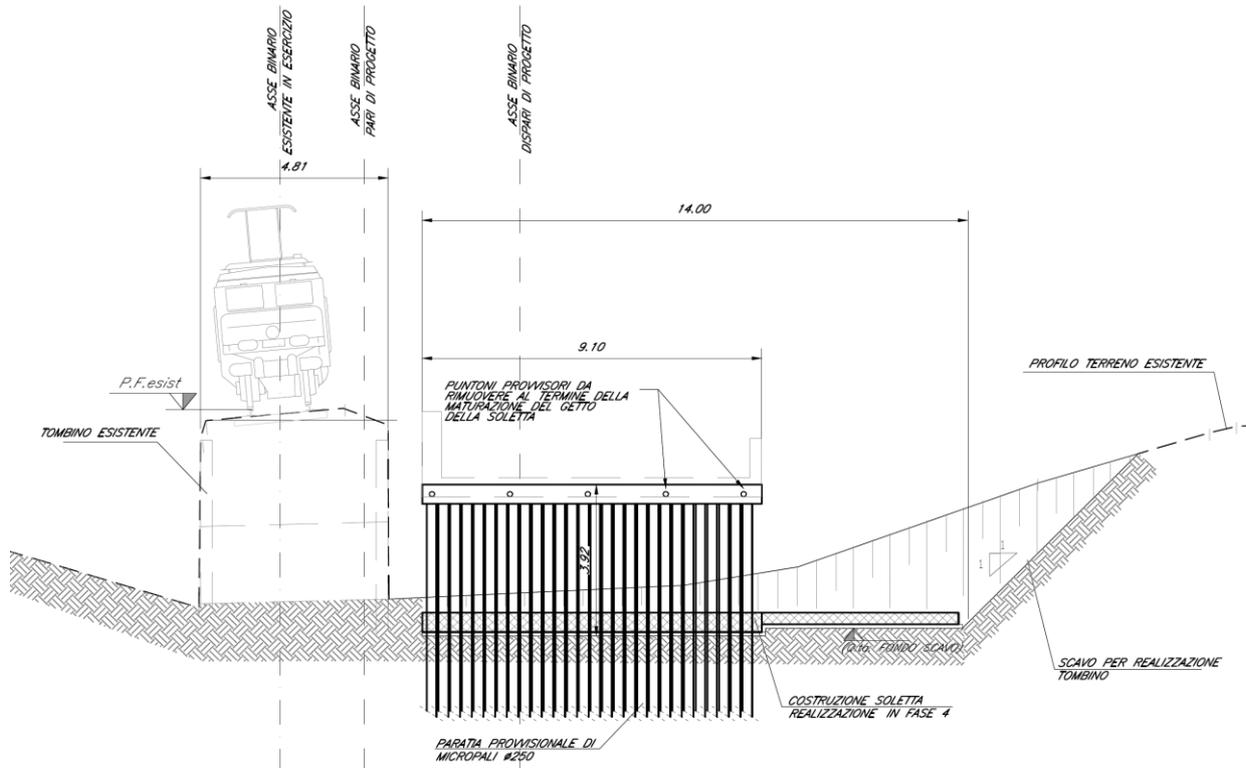


Figura 5 - Paratia provvisoria: prospetto 2

Sono state considerate due sezioni di calcolo.

In *Figura 4* è stata considerata la sezione di altezza massima (Sezione 1), pari a 5.77 m. L'altezza massima di scavo, dall'estradosso del cordolo al piano di posa della soletta di fondo del nuovo tombino, viene incrementata come prescritto dalle NTC 2018, del valore minimo tra 0.5 m e il 10% dell'altezza di scavo. Si giunge pertanto a 6.27 m.

L'estradosso del cordolo si trova alla quota +236.6 m l.m.m.. In questo caso viene considerata la presenza del puntone fino alla fine della costruzione del tombino, in quanto non va ad interferire con le pareti dello stesso.

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">01 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN2200 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">15 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	15 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	15 di 161								

In **Error! Reference source not found.** è stata considerata la sezione di altezza pari a 3.92 m (Sezione 2). L'altezza massima di scavo, dall'estradosso del cordolo al piano di posa della soletta di fondo del nuovo tombino, viene incrementata come prescritto dalle NTC 2018, del valore minimo tra 0.5 m e il 10% dell'altezza di scavo. Su giunge pertanto a 4.3 m.

L'estradosso del cordolo si trova alla quota +234.7 m l.m.m.. In questo caso viene considerata la presenza del puntone fino al raggiungimento della quota di massimo scavo. A seguire viene gettata la soletta e viene rimosso il puntone per consentire la realizzazione delle pareti del tombino.

Nei seguenti capitoli si descrivono in dettaglio il calcolo e la verifica dell'opera in oggetto.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
	IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2200 002	REV. A

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI

Il modello geotecnico di riferimento è stato definito sulla base di quanto emerso dalla Relazione Geotecnica Generale (Doc. rif. [7]) ed, in particolare, del modello 7 (pk 36+050 – 37+250). Al fine di contestualizzare quest'ultimo e rappresentare le condizioni stratigrafiche del sito in esame, si è inoltre fatto riferimento alla stratigrafia desunta dal profilo geotecnico di linea (Doc. rif. [8]).

Poiché è prevista la costruzione di un rilevato provvisorio con il terreno presente in sito per la realizzazione dei micropali, nel calcolo della paratia si trascura cautelativamente la presenza del terreno costituente il rilevato ferroviario esistente e si fa riferimento ai terreni riscontrati nel profilo geotecnico.

Il modello geotecnico è sintetizzato in Tabella 1 ed è riferito alla quota dell'estradosso del cordolo della paratia provvisoria nella sezione di calcolo 1, che si trova alla quota +236.6 m l.m.m..

Unità litologiche	Profondità		γ	ϕ'	c'	Eop
	m p.c.		KN/m ³	°	KPa	MPa
U1a - Limo sabbioso debolmente argilloso	0	12	17	27	10	20
U3a - Depositi vulcanici – sabbia debolmente limosa mediamente addensata	12	30	18	32	0	50

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

Il modulo Eop è relativo alle condizioni di carico vergine (Evc). Per le condizioni di scarico – ricarico si assume $E_{ur} = 1.6 E_{vc}$.

Dalle misure freatiche effettuate la falda viene rilevata a circa -35 m dall'estradosso del cordolo e pertanto non viene inserita nel modello in oggetto.

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">01 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN2200 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">17 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	17 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	17 di 161								

6. ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO

6.1 Azioni permanenti

6.1.1 Peso proprio

Per la tipologia di modello di calcolo adottato l'effetto del peso proprio della berlinese non entra in gioco nelle valutazioni dello stato di sforzo agente.

6.1.2 Spinta delle terre

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_A e il coefficiente di spinta passiva K_P .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_{0NC} (OCR)^m$$

dove

$$K_{0NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($OCR=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di m per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>18 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	18 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	18 di 161								

$$K_A = \tan^2(45^\circ - \phi'/2)$$

$$K_P = \tan^2(45^\circ + \phi'/2)$$

Attraverso valori opportuni di K_A e K_P si tiene conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948).

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'h = K_A \sigma'v - 2c'K_A^{0.5}$$

$$\sigma'h = K_P \sigma'v + 2c'K_P^{0.5}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione efficace del terreno.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse, k , è data da

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidezza del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidezza di ogni molla è:

$$K = E \Delta / L$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma.

6.1.2.1 Profondità massima di scavo

Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, il modello geometrico di riferimento deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. In particolare, secondo le indicazioni delle NTC, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>19 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	19 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	19 di 161								

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10% della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0,5 m.

6.2 Sovraccarichi accidentali

A monte della struttura è stato ipotizzato un carico variabile di 10 kPa distribuito su una fascia di 5 m di spessore e rappresentante il carico da i mezzi di cantiere o agricoli.

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>20 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	20 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	20 di 161								

7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2018 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono da effettuarsi applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">01 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN2200 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">21 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	21 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	21 di 161								

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- Combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO);

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle ed R1 pari ad 1.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- raggiungimento della resistenza massima allo sfilamento dei tiranti;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

Considerata la natura provvisoria dell'opera di sostegno, sono state omesse le verifiche in condizioni sismiche.

Tabella 2 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tabella 3 - Coefficienti di combinazione delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g_{r1}	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g_{r2}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g_{r3}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_{r4}	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 4 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>23 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	23 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	23 di 161								

8. METODO DI ANALISI

8.1 Modellazione numerica

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE (versione 20.0.2) prodotto dalla “CeAs” – Milano – ITA. Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e delle azioni concentrate offerte dalla eventuale tirantatura sono stati esaminati con l’ausilio del programma di calcolo per l’analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l’accento sull’aspetto dell’interazione “locale” fra parete e terreno.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l’effettivo comportamento dell’opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

Analisi classica = viene eseguita una analisi all’equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un’analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall’Utente.

Analisi non lineare secondo un modello “a molle” elasto plastiche” per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- Si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- La parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>24 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	24 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	24 di 161								

- Il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una “fetta” di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.

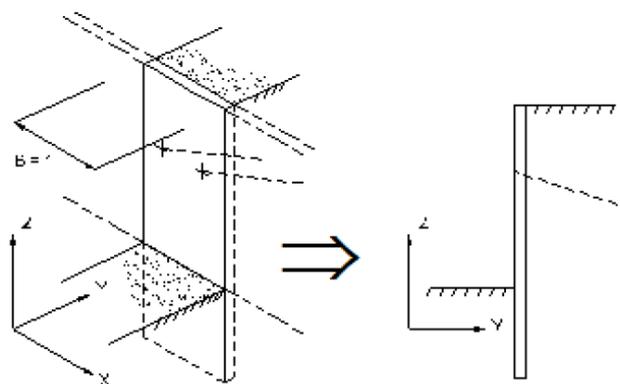


Figura 6 – Schema di modellazione piana effettuata per mezzo del software PARATIE

La modellazione numerica dell’interazione terreno-struttura è del tipo “trave su suolo elastico”. Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale EJ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

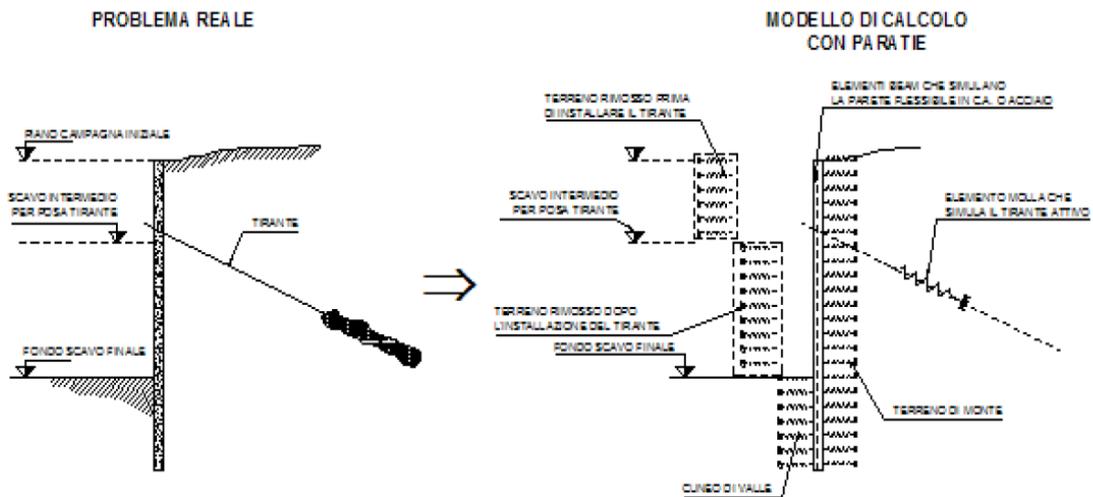


Figura 7 – Trave su suolo elastico: modellazione numerica della paratia e dei vincoli

Il limite di questo schema sta nell’ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una “molla”, abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l’interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidità K della “molla” viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$

dove

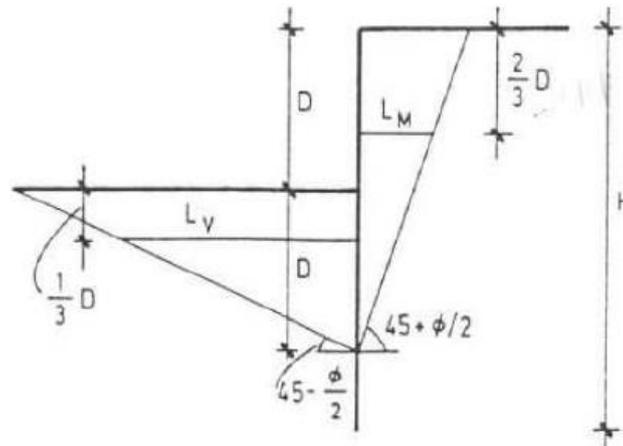
a è un fattore di scala posto pari a 1;

E_s è il modulo di Young del terreno;

t è l’interasse della molla;

L è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro (v. capitolo 6.1.2).

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di L a monte ed a valle (L_M e L_V).



La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>27 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	27 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	27 di 161								

8.2 Modelli di calcolo

La sezione di calcolo 1 è visibile in *Figura 4* e rappresenta la sezione di altezza massima, pari a 5.77 m. L'altezza massima di scavo, dall'estradosso del cordolo al piano di posa della soletta di fondo del nuovo tombino, viene incrementata come prescritto dalle NTC 2018, del valore minimo tra 0.5 m e il 10% dell'altezza di scavo. Su giunge pertanto a 6.27 m.

In questo caso viene considerata la presenza del puntone fino alla fine della costruzione del tombino, in quanto non va ad interferire con le pareti dello stesso.

Per la Sezione 2 è stata considerata la sezione di altezza pari a 3.9 m. L'altezza massima di scavo, dall'estradosso del cordolo al piano di posa della soletta di fondo del nuovo tombino, viene incrementata come prescritto dalle NTC 2018, del valore minimo tra 0.5 m e il 10% dell'altezza di scavo. Su giunge pertanto a 4.3 m.

In questo caso viene considerata la presenza del puntone fino al raggiungimento della quota di massimo scavo. A seguire viene gettata la soletta e viene rimosso il puntone per consentire la realizzazione delle pareti del tombino.

Per entrambe le sezioni l'opera di sostegno provvisoria è costituita da berlinesi di micropali con interasse pari a 0.3 m e realizzati con perforazioni del diametro di 250 mm fino alla profondità di 11 m ed iniezioni a gravità. I micropali saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 168.3 mm e spessore di 8 mm e sono collegati in testa da un cordolo in c.a. di sezione 50 cm x 50 cm.

Il puntone provvisorio in testa alla paratia è costituito da un profilo tubolare 139,7 x 6 mm in acciaio S275, disposto ad interasse 2 m.

Vista la larghezza esterna dello scatolare pari a 4,00 m, al fine di garantire un adeguato franco tra micropali e struttura, l'interasse tra le paratie è pari a 5.1 m.

8.3 Fasi di costruzione

Sulla base di quanto descritto nel capitolo 4, il calcolo numerico è effettuato per fasi, al fine di consentire la valutazione delle azioni sulla paratia nelle differenti stadi di costruzione e di

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>28 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	28 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	28 di 161								

consentire la convergenza della soluzione. Nel seguito si riassumono le fasi di calcolo considerate nell'analisi.

8.3.1 Sezione 1

FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: -

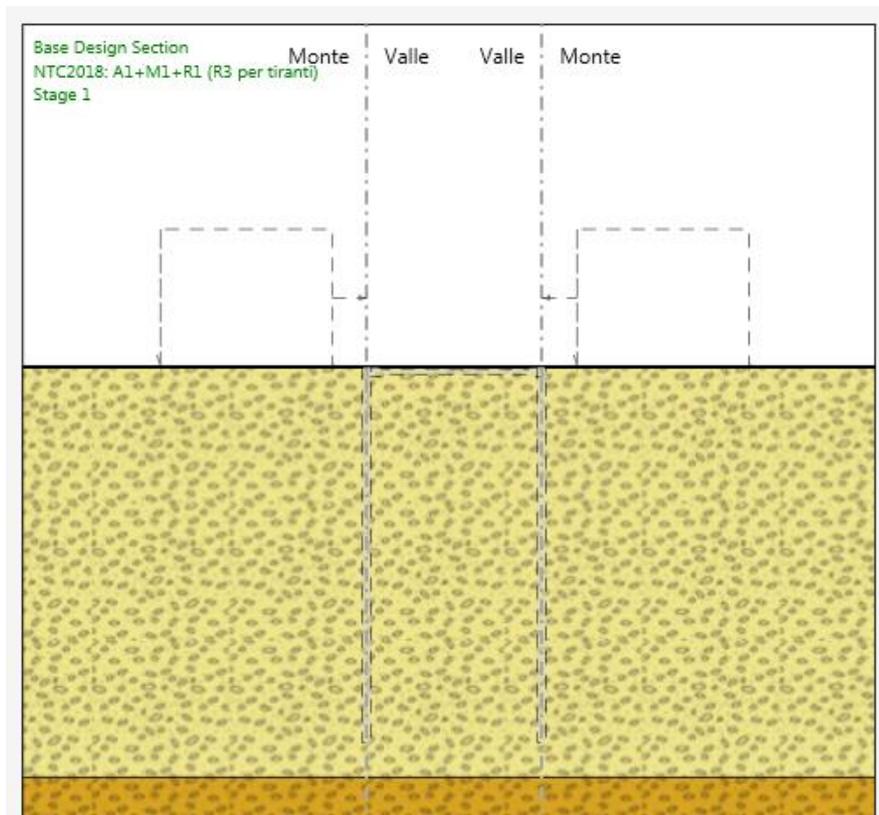


Figura 8 – Stage 1: Inizializzazione

FASE 2 - BERLINESE

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11 m, passo 0.3m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: 10kPa variabili

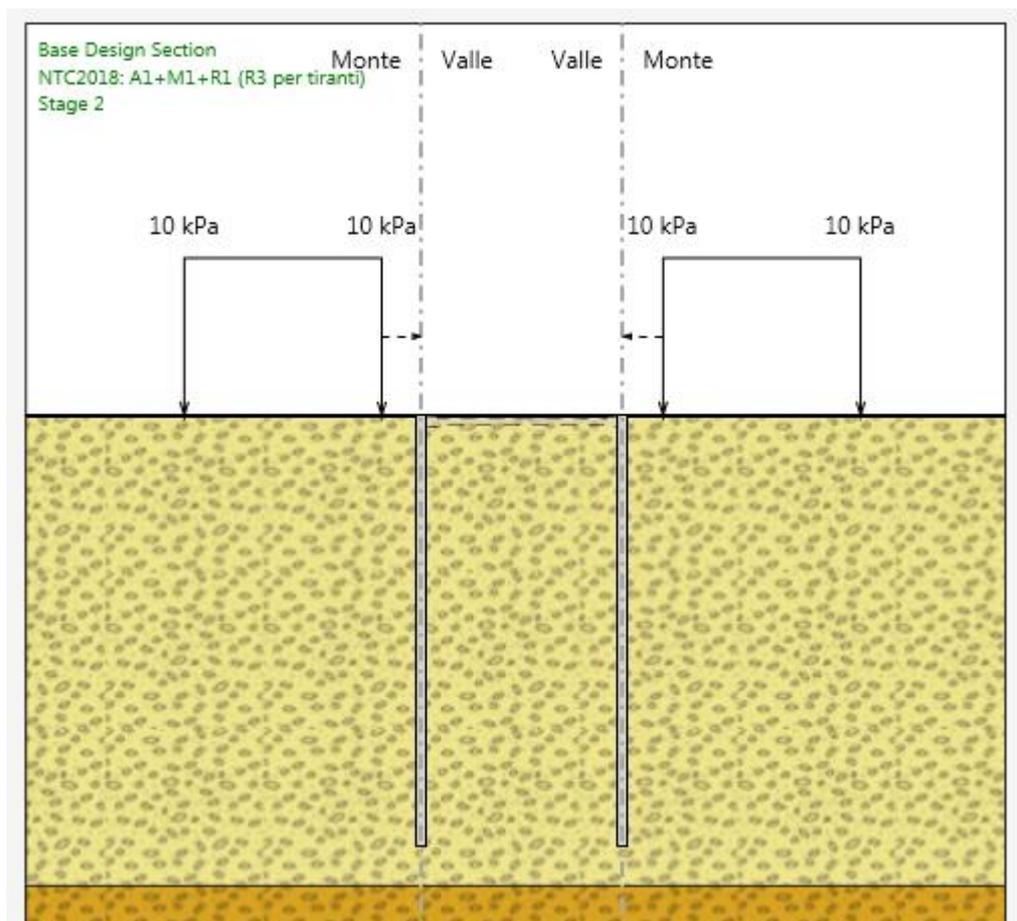


Figura 9 – Stage 2: Realizzazione berlinese

FASE 3 – SCAVO -0,50 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -0,50 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

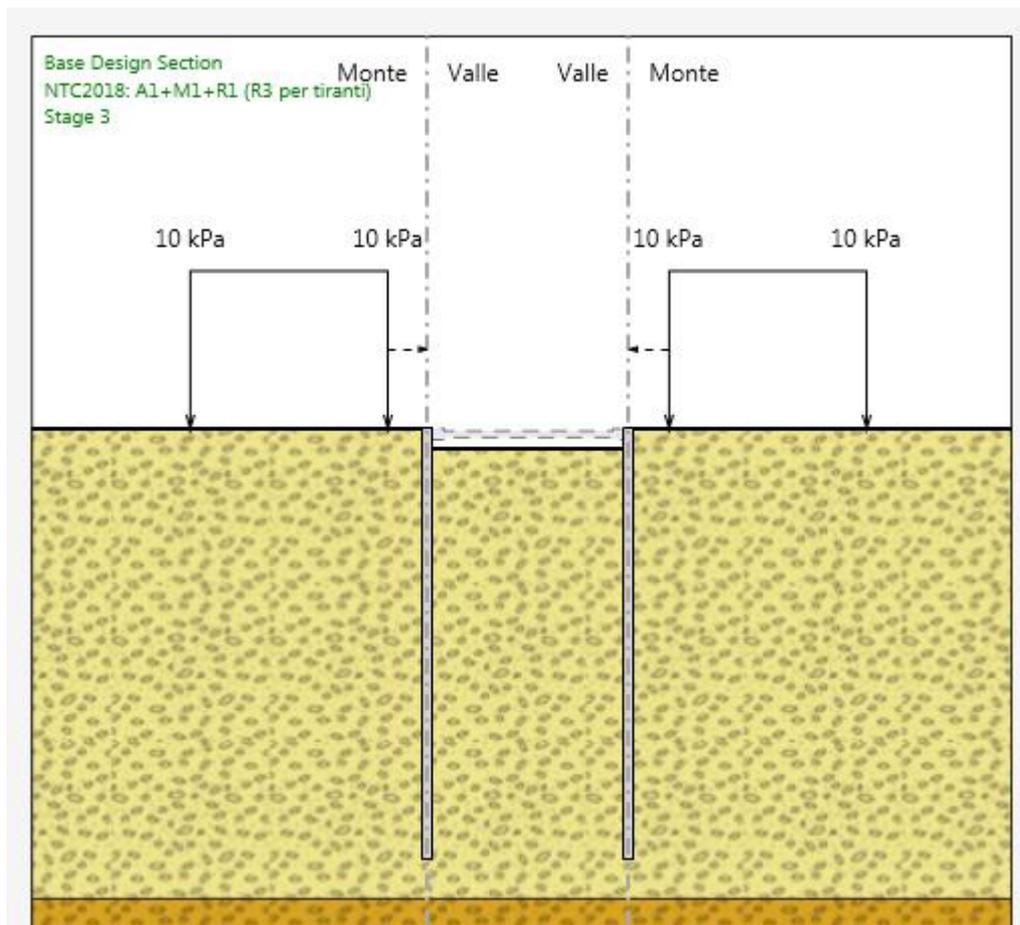


Figura 10 – Stage 3: scavo -0,50 m

FASE 4 – INSTALLAZIONE PUNTONE

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168,3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -0,50 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

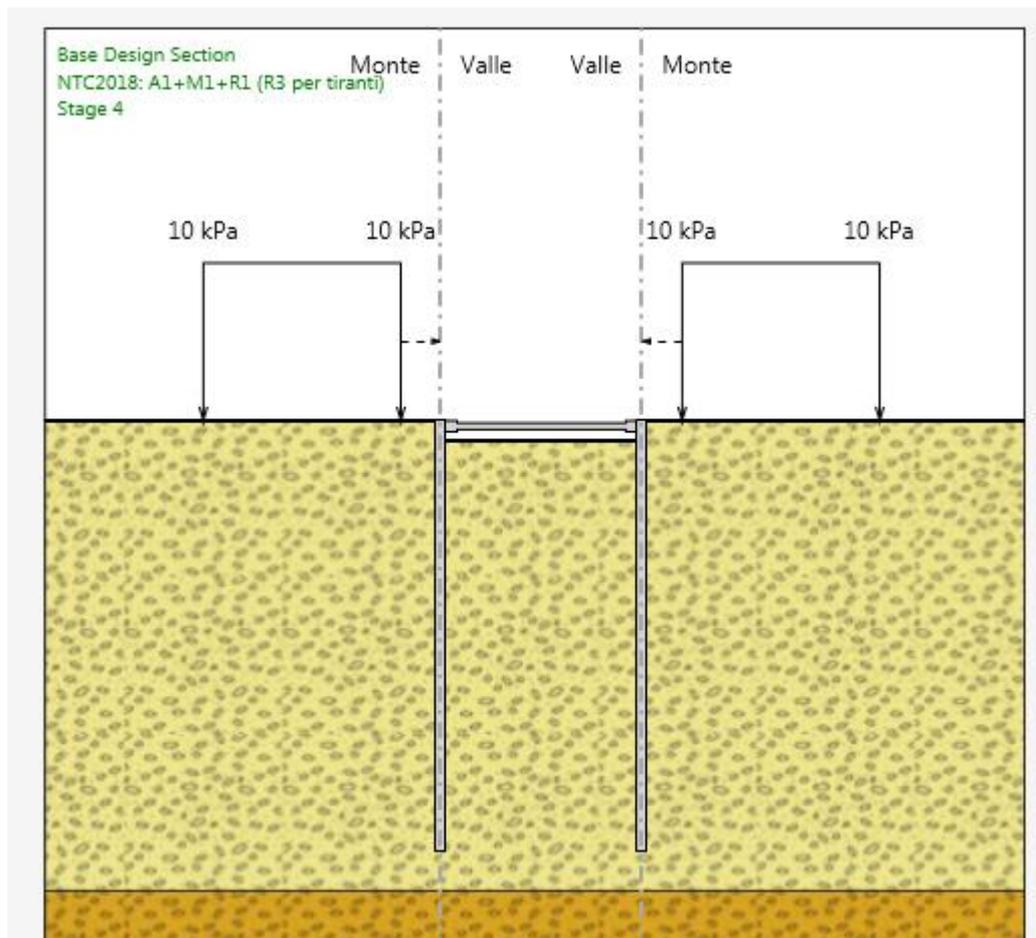


Figura 11 – Stage 4: installazione puntone

FASE 5 – SCAVO -2,00 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -2,00 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

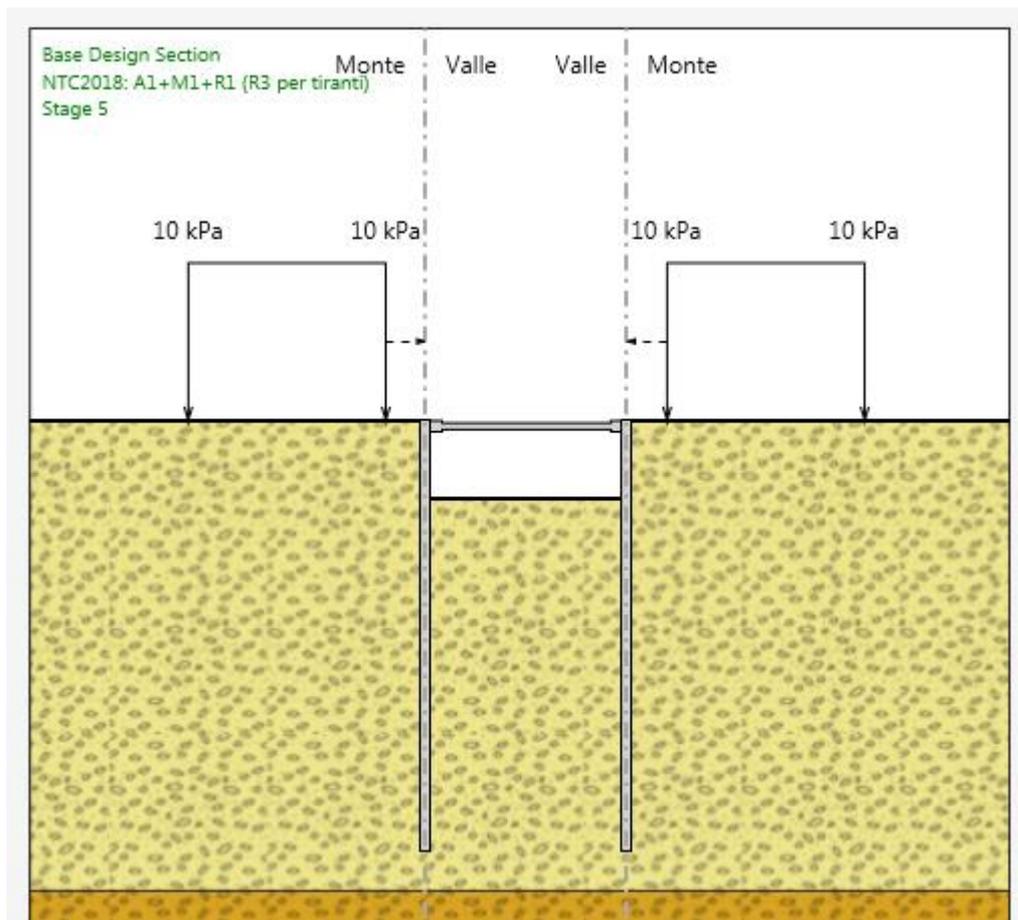


Figura 12–Stage 5: scavo -2,00 m

FASE 6 – SCAVO -4m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -4 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

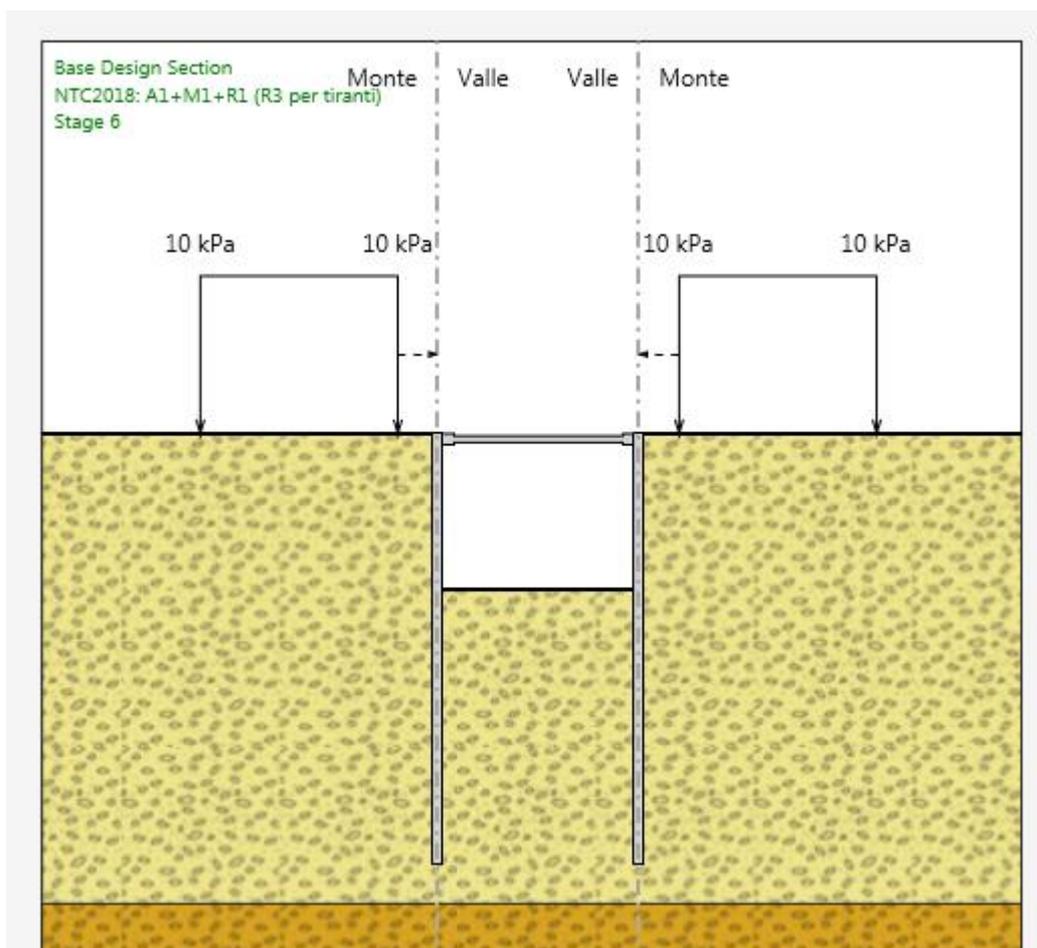


Figura 13–Stage 6: scavo -4m

FASE 7 – FONDOSCAVO -5,77 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168,3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -5,77 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

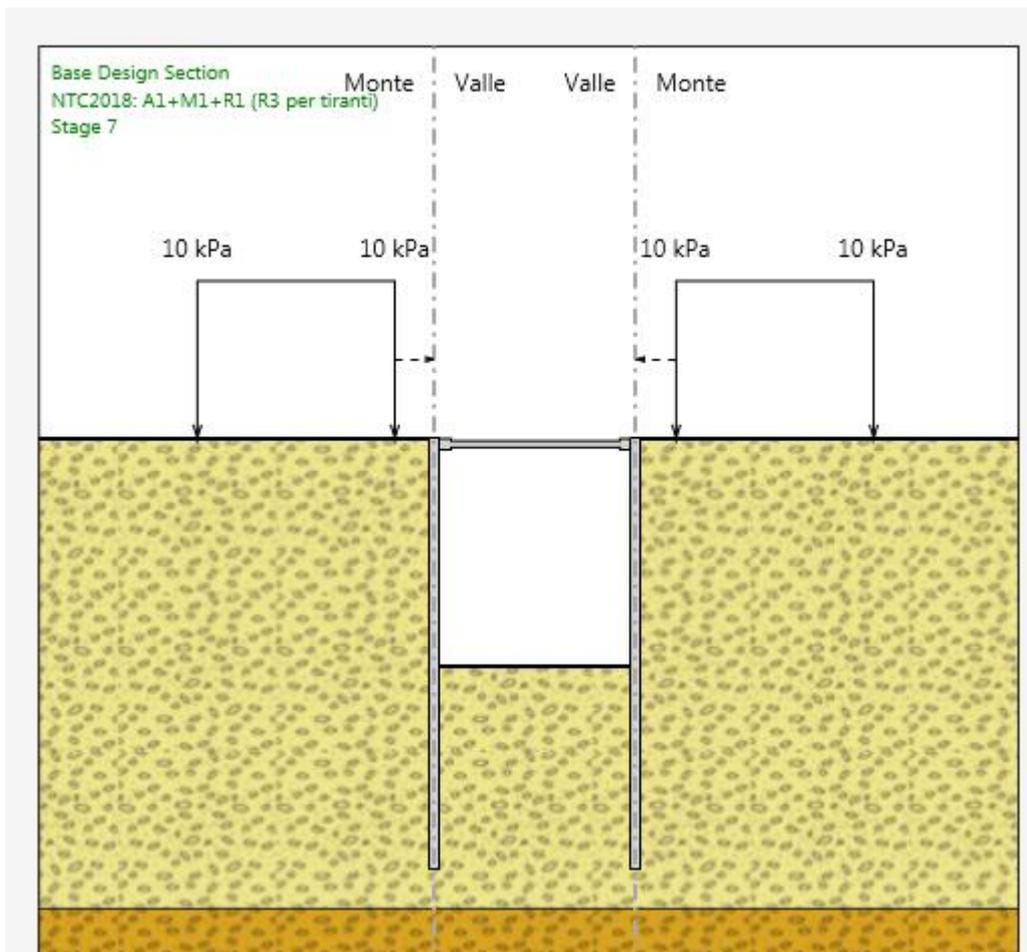


Figura 14–Stage 7: scavo -5,77 m

FASE 8 – SOVRASCAVO

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -6.27 m (v. capitolo 6.1.2.1)

Sovraccarico: 10kPa variabile

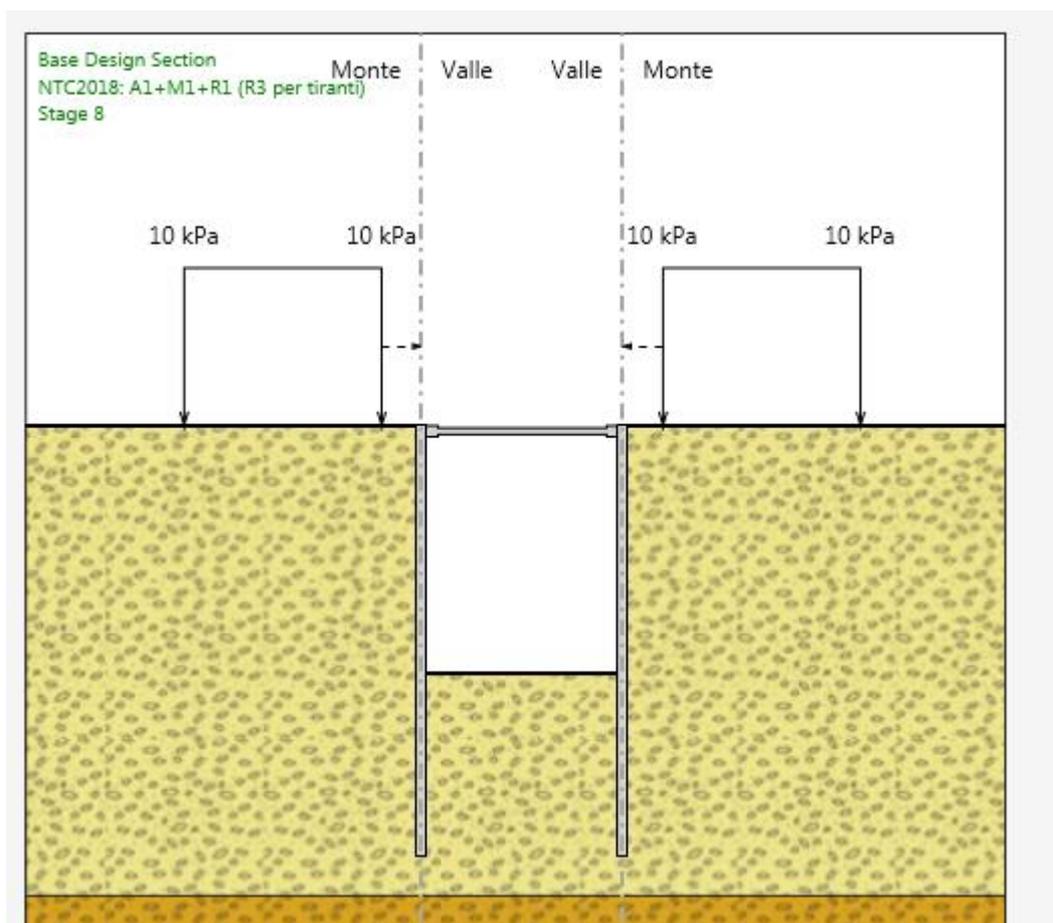


Figura 15 – Stage 8: sovrascavo

8.3.2 Sezione 2

FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: -

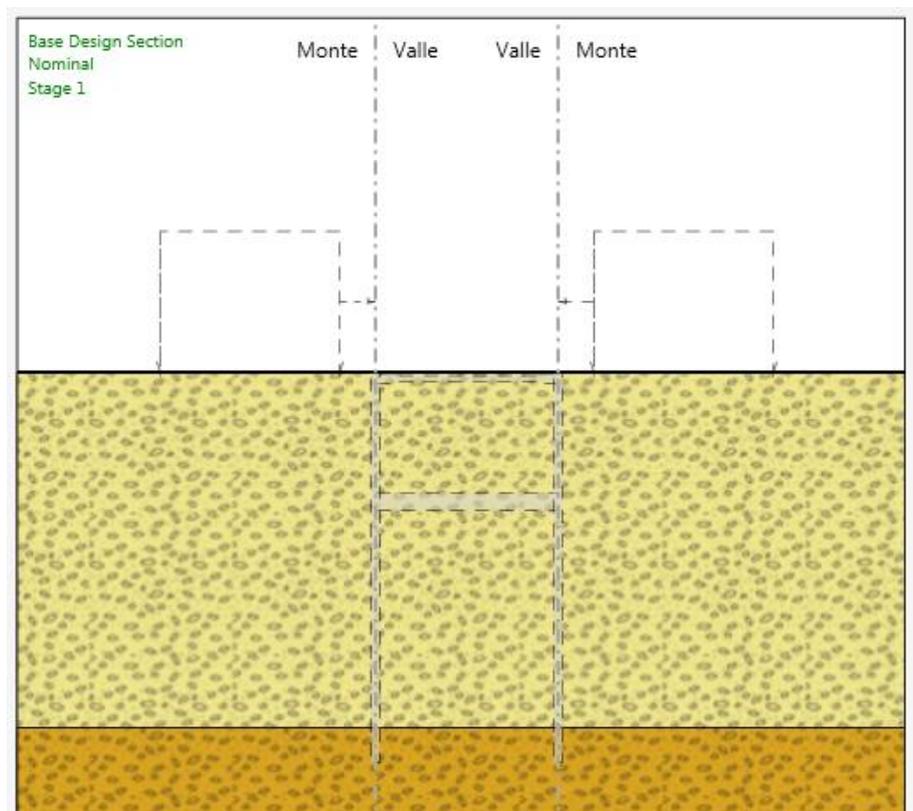


Figura 16 – Stage 1: Inizializzazione

FASE 2 - BERLINESE

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: 10kPa variabili

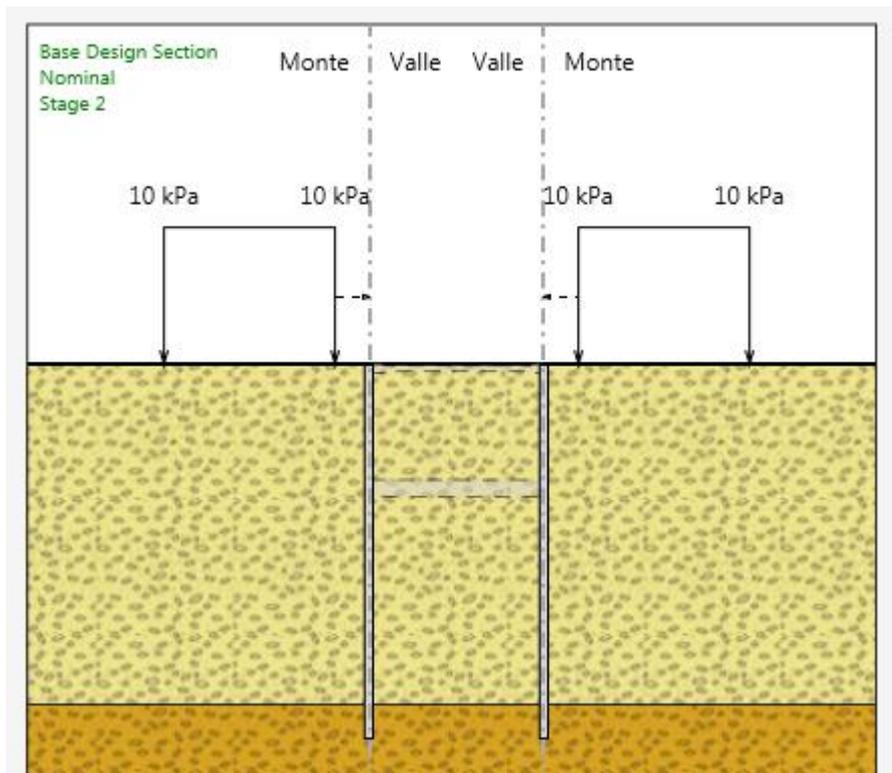


Figura 17 – Stage 2: Realizzazione berlinese

FASE 3 – SCAVO -0,50 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -0,50 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

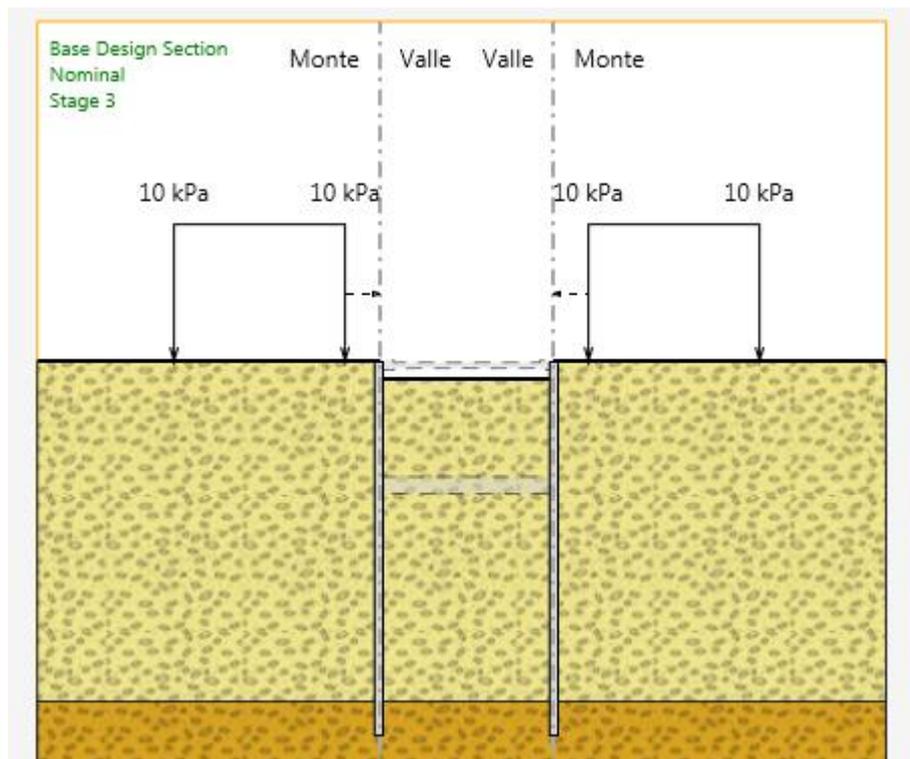


Figura 18 – Stage 3: scavo -0,50 m

FASE 4 – INSTALLAZIONE PUNTONE

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -0,50 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

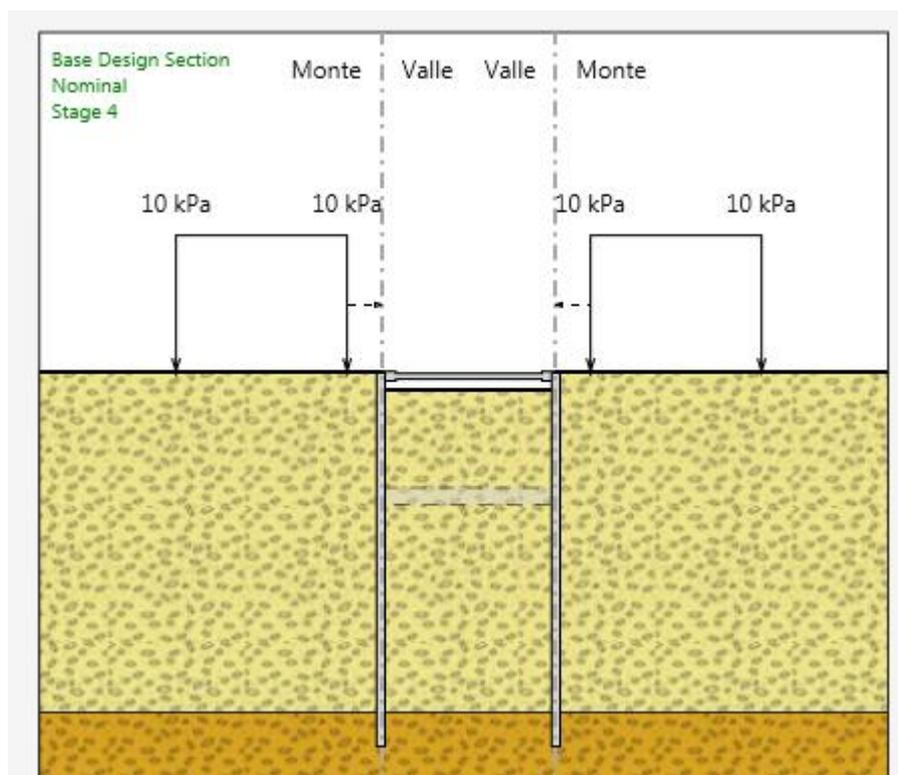


Figura 19 – Stage 4: installazione puntone

FASE 5 – SCAVO -2,00 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -2,00 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

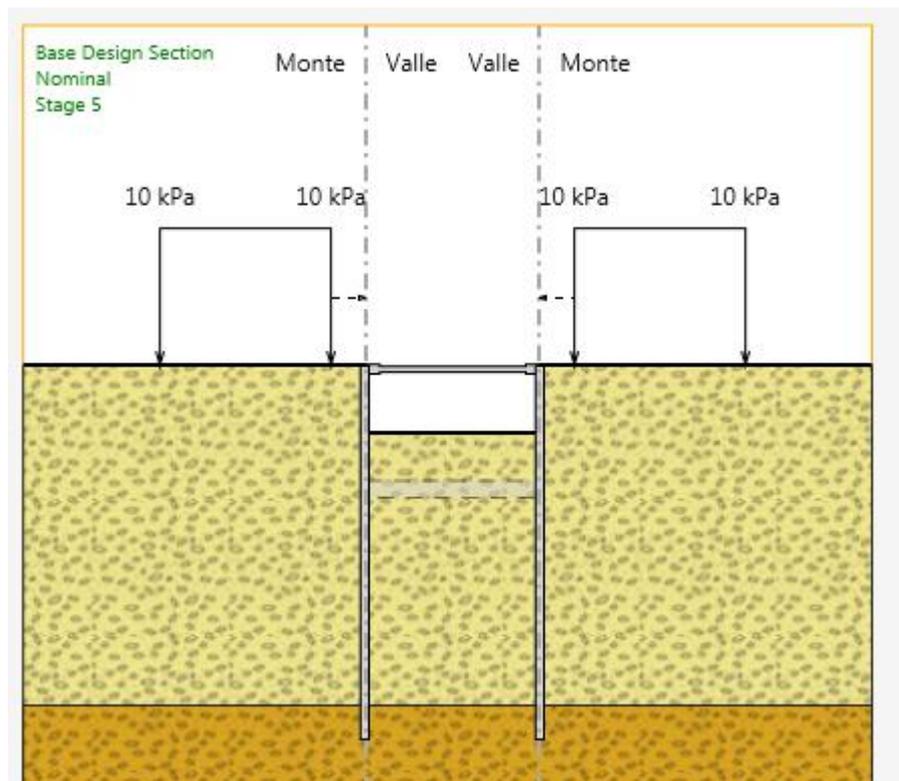


Figura 20–Stage 5: scavo -2,00 m

FASE 6 – FONDO SCAVO -3.9 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -3.9 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

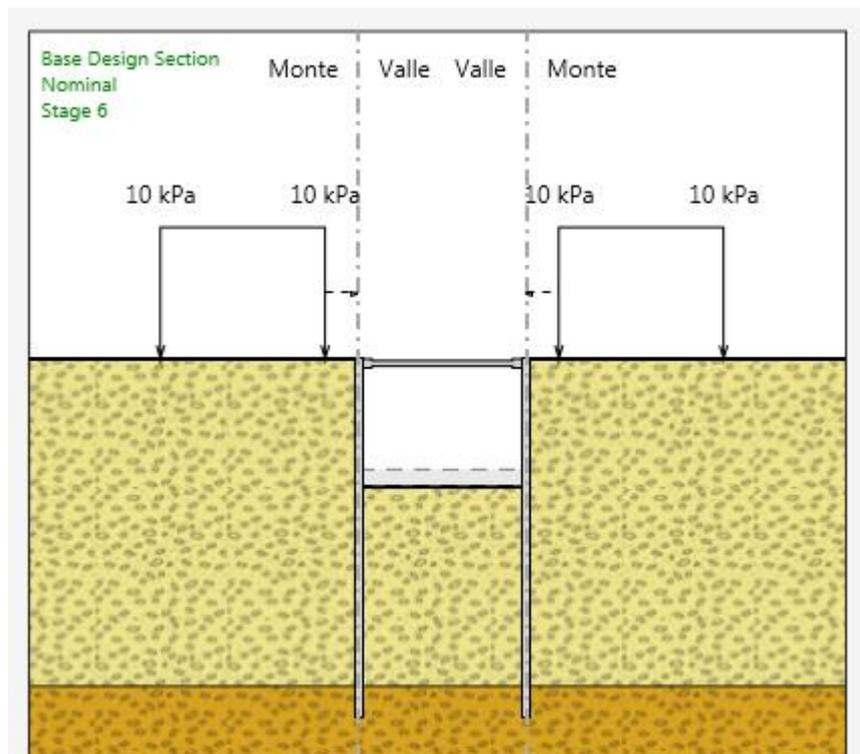


Figura 21–Stage 6: fondo scavo -3.9 m

FASE 7 – SOVRASCAVO -4.3 m

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -4.3 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

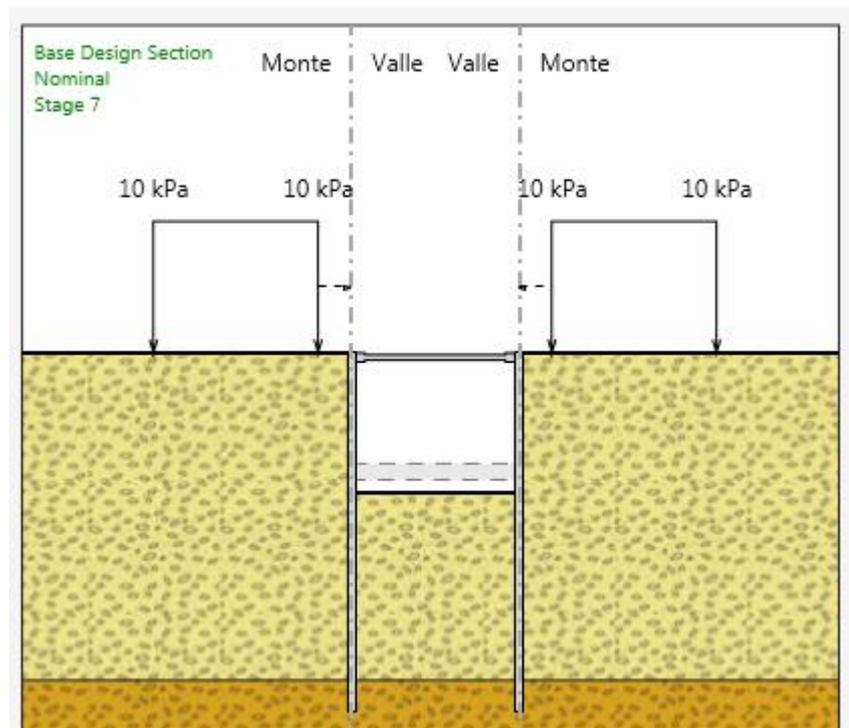


Figura 22–Stage 7: sovrascavo -4.3 m

FASE 8 – SOLETTA DI FONDO

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168,3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: Tubolare $\Phi 139,7$, spessore 6 mm, passo 2 m.

Soletta di fondo: spessore 0.5 m

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -3.9

Sovraccarico: 10kPa variabile

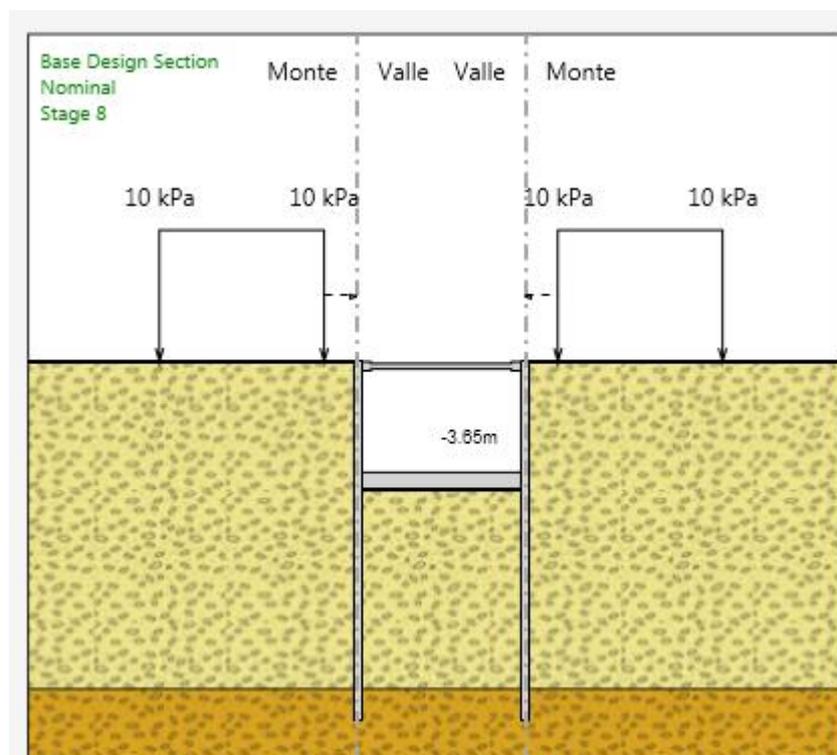


Figura 23 – Stage 8: posa soletta di fondo alla quota -3.9 m

FASE 9 – RIMOZIONE PUNTELLO

Paratia: Palo $\Phi 250$ mm, tubolare $\Phi 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 11m, passo 0.3m

Puntoni: -

Soletta di fondo: spessore 0.5 m

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -3.9

Sovraccarico: 10kPa variabile

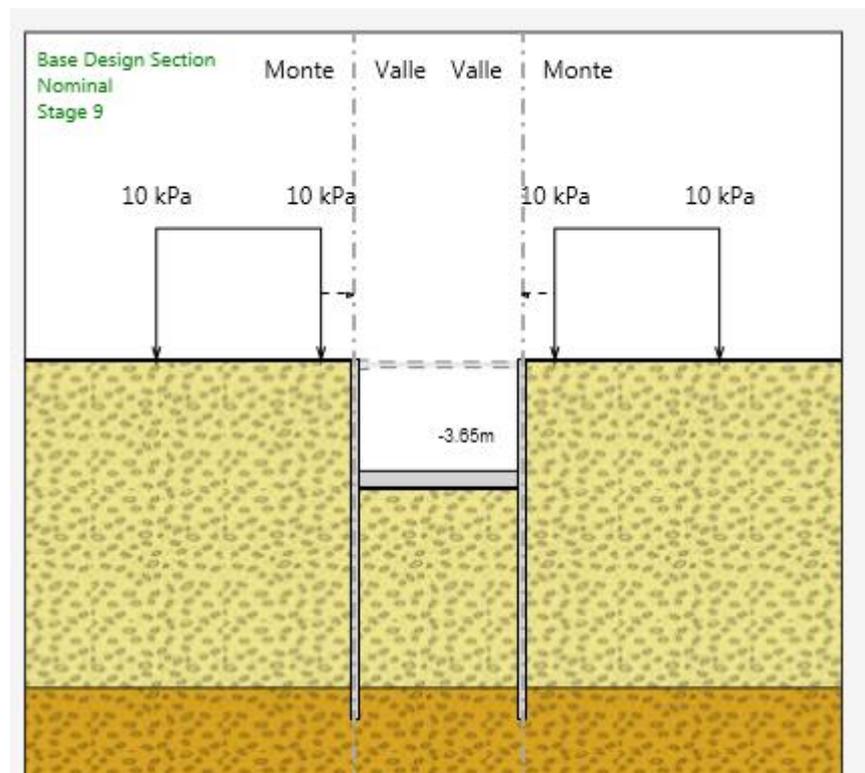


Figura 24 – Stage8: Rimozione puntello

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE					
IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2200 002	REV. A	FOGLIO 46 di 161

9. CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 7, le verifiche agli Stati Limite Ultimo della paratia sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica. Le verifiche di esercizio sono, invece, finalizzate alla valutazione degli spostamenti e della loro compatibilità con la funzionalità delle strutture adiacenti, compresa la sede ferroviaria.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15;

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

9.1 Verifiche geotecniche

9.1.1 Verifica della massima spinta passiva mobilitata

La lunghezza di ammorsamento della paratia di micropali deve essere tale da garantire la stabilità dell'opera in tutte le fasi di realizzazione. La stabilità è verificata per mezzo del programma di calcolo Paratie, verificando la convergenza della soluzione calcolata e, dunque, l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione. Nell'ambito delle analisi si verificherà quindi che la spinta passiva mobilitata sia sempre inferiore alla spinta passiva ultima di progetto, nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, garantendo un adeguato margine di sicurezza.

9.1.2 Verifica degli spostamenti

Il calcolo degli spostamenti della berlinese è effettuato con PARATIE e secondo quanto previsto dalle NTC. Orientativamente, lungo la paratia il valore limite degli spostamenti sarà

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">01 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN2200 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">47 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	47 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	47 di 161								

pari ed accettabile 1/200 dell'altezza di scavo, per quanto riguarda il limite di spostamento agli SLE.

9.1.3 Altre verifiche

In considerazione della geometria dell'opera e dello scavo, stratigrafia e delle condizioni di falda, per l'opera in oggetto si ritiene che non possano innescarsi meccanismi di instabilità globale del complesso opera-terreno o relativi al sollevamento, al sifonamento o ad altri stati limite di tipo idraulico.

9.2 Verifiche strutturali

9.2.1 Verifica dei tubi di armatura dei micropali

La verifica dei tubi di armatura dei micropali, viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni tubolari compatte (classe 1 o 2) con il metodo plastico descritto nelle NTC. Le verifiche a flessione ed a taglio saranno effettuate con Paratie, in termini di coefficiente di sfruttamento.

9.2.2 Verifica del puntone

La verifica dei puntoni viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni compatte di classe 1 o 2 con il metodo plastico descritto nelle NTC.

9.2.3 Verifica della trave di coronamento

La trave di coronamento viene verificata a flessione ed al taglio assumendo come schema statico una trave semplicemente appoggiata caricata con la reazione distribuita data dal vincolo elastico.

10. RISULTATI SEZIONE 1

Nel presente capitolo si riassumono i risultati del calcolo effettuato sull'opera descritta nel capitolo 8.

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo calcolato per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

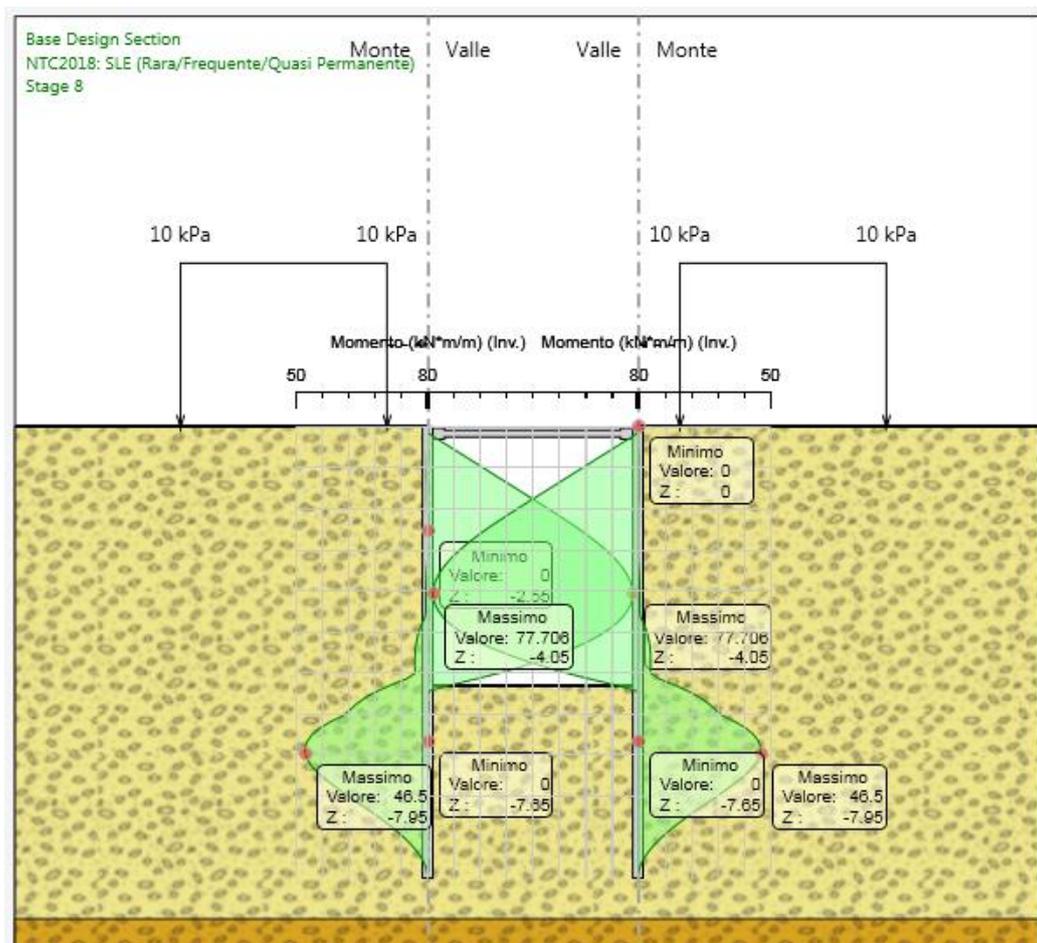


Figura 25–Momento flettente massimo SLU ($M_{max}=78 \text{ kNm/m}$)

INVILUPPO AZIONE DI TAGLIO

Nella figura che segue si illustra l'azione di taglio massima calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

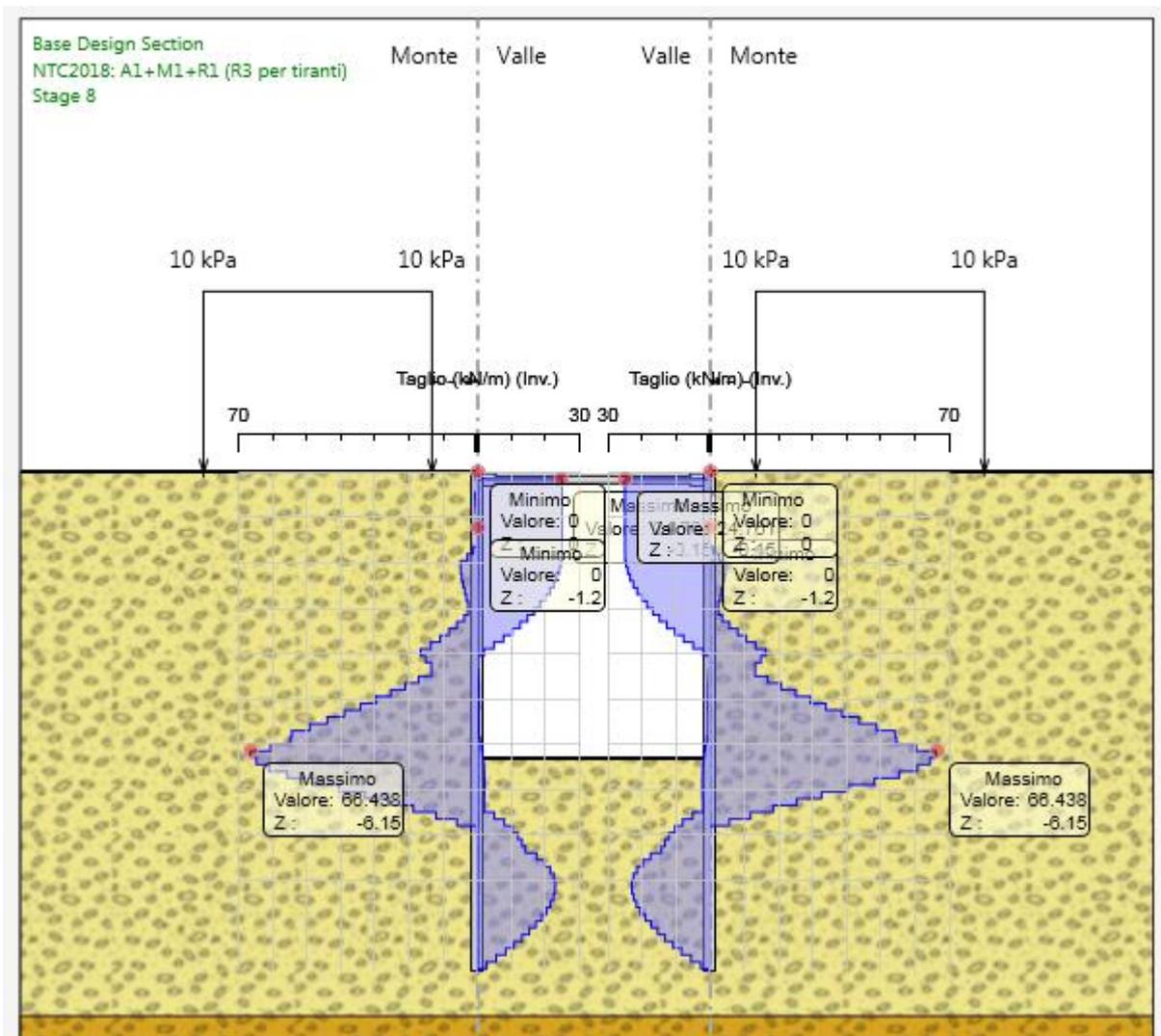


Figura 26– Azione di taglio massimo SLU ($T_{max}=66 \text{ kN/m}$)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nella figura che segue si illustra lo spostamento massimo calcolato allo Stato Limite di Esercizio, pari a 19 mm e inferiore al limite Hscavo/200, pari a 31 mm nel caso in esame.

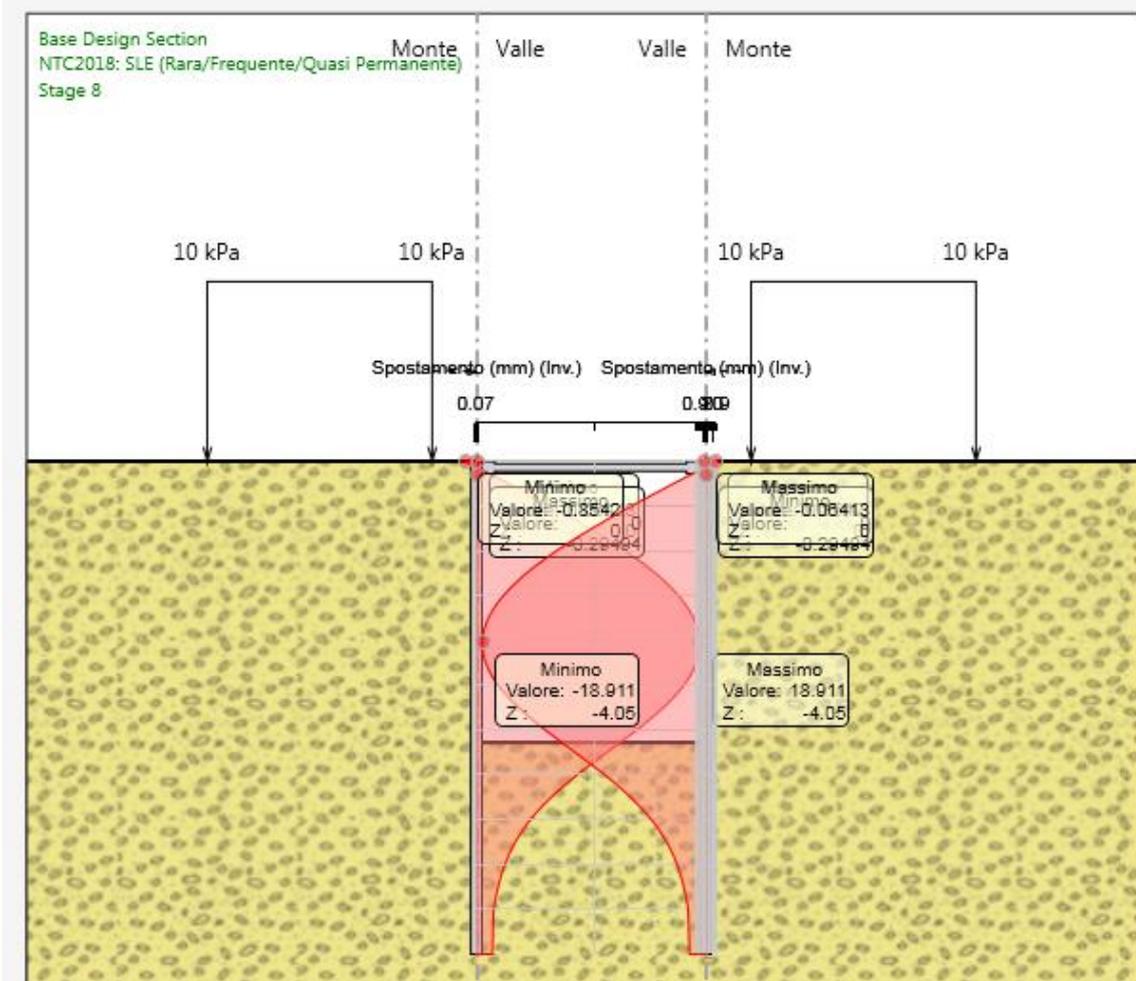


Figura 27 – Spostamento massimo SLE (19 mm)

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

La spinta passiva massima mobilitata in combinazione A2+M2+R2 risulta inferiore all'unità, raggiungendo un valore pari al 54%.

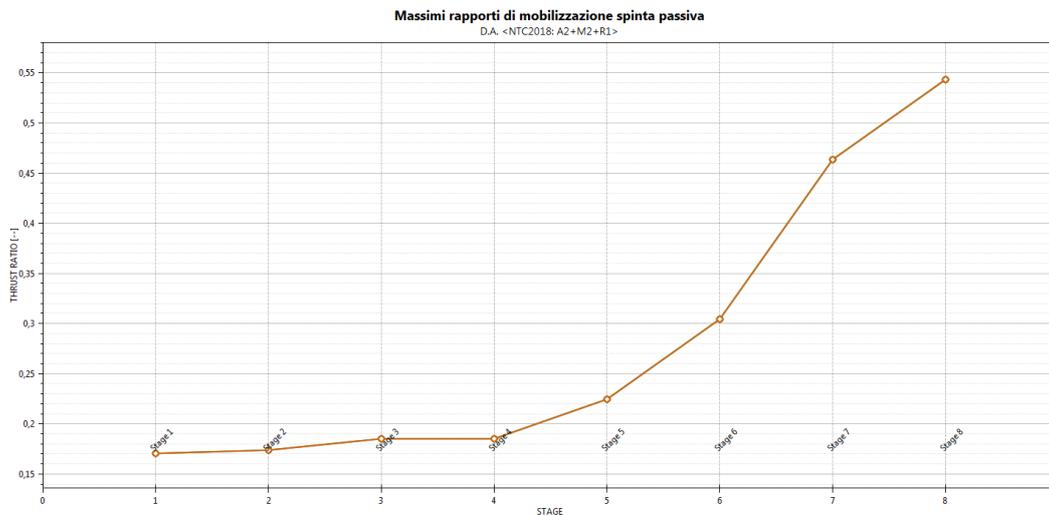


Figura 28- Inviluppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)

INVILUPPO AZIONI SUL PUNTO

Nella figura che segue si illustra la reazione di compressione massima agente sul vincolo elastico (punto) calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

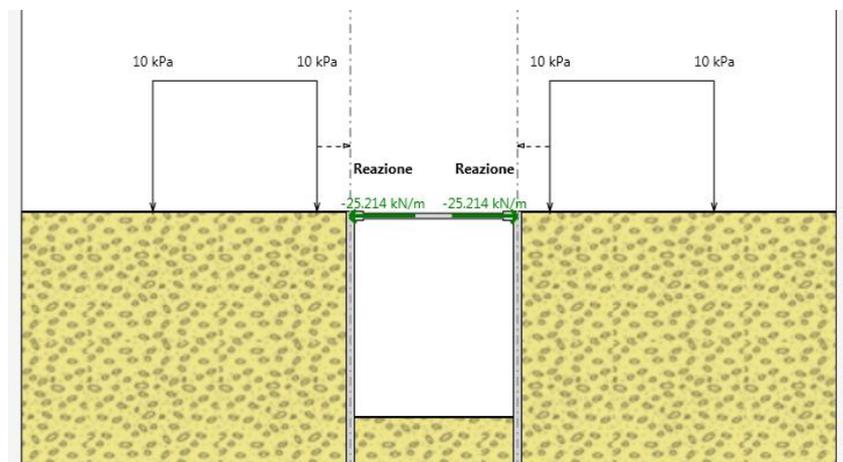


Figura 29 – Azione di taglio massimo SLU ($T_{max} = 25.2 \text{ kN/m}$)

11. RISULTATI SEZIONE 2

Nel presente capitolo si riassumono i risultati del calcolo effettuato sull'opera descritta nel capitolo 8.

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo calcolato per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

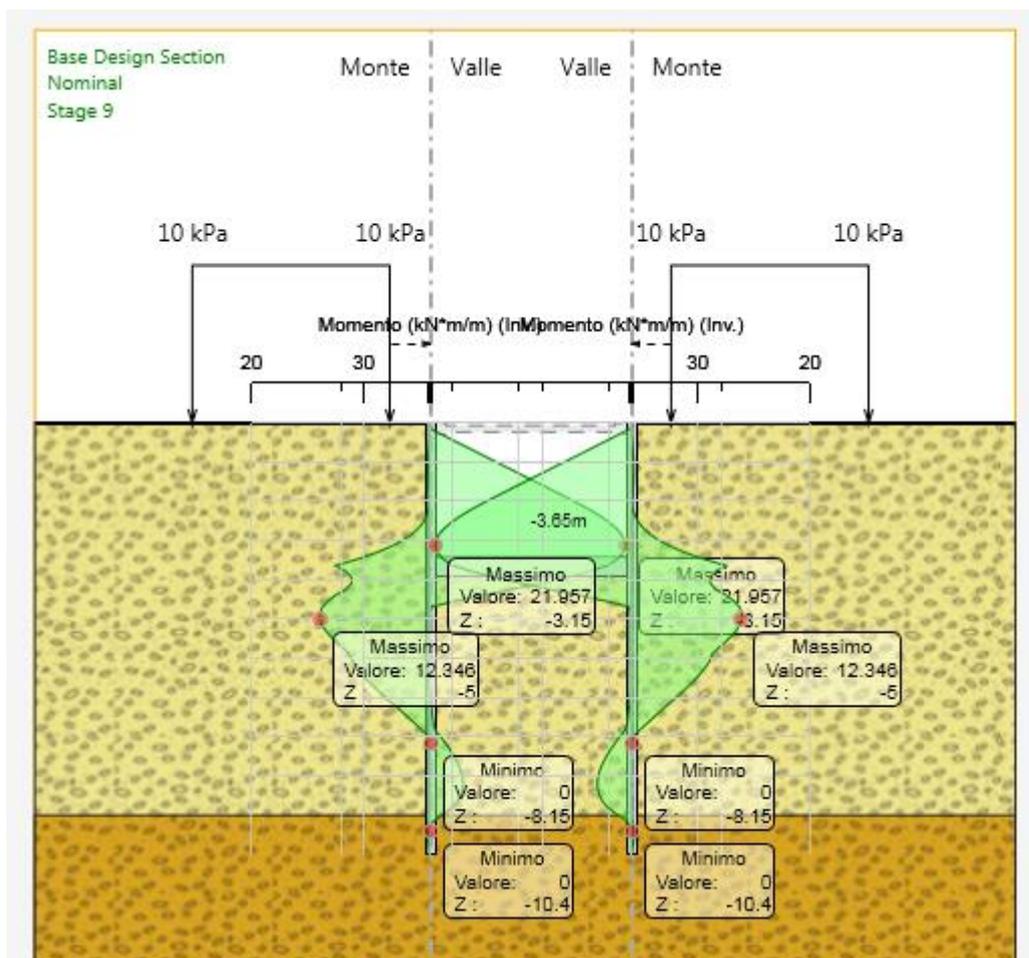


Figura 30–Momento flettente massimo SLU ($M_{max}=22$ kNm/m)

INVILUPPO AZIONE DI TAGLIO

Nella figura che segue si illustra l'azione di taglio massima calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

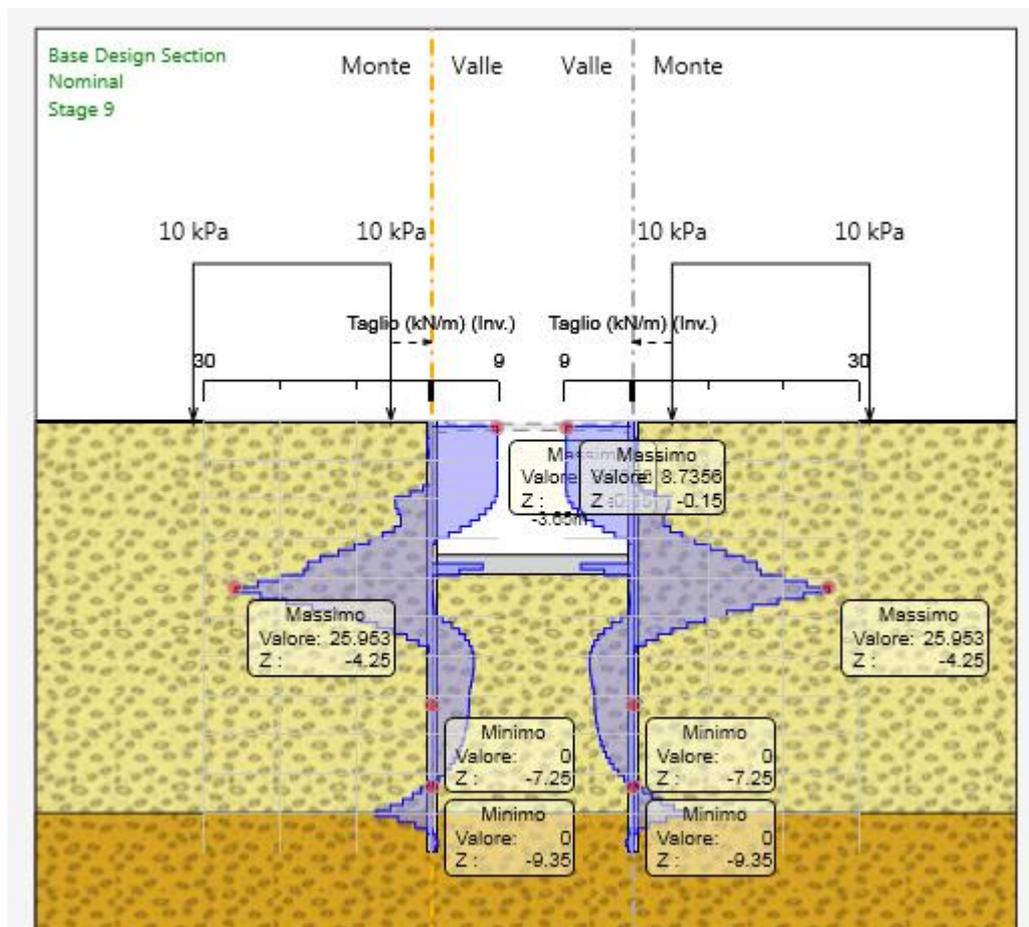


Figura 31– Azione di taglio massima SLU ($T_{max}=26$ kN/m)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nella figura che segue si illustra lo spostamento massimo calcolato allo Stato Limite di Esercizio, pari a 8.5 mm e inferiore al limite Hscavo/200, pari a 19 mm nel caso in esame.

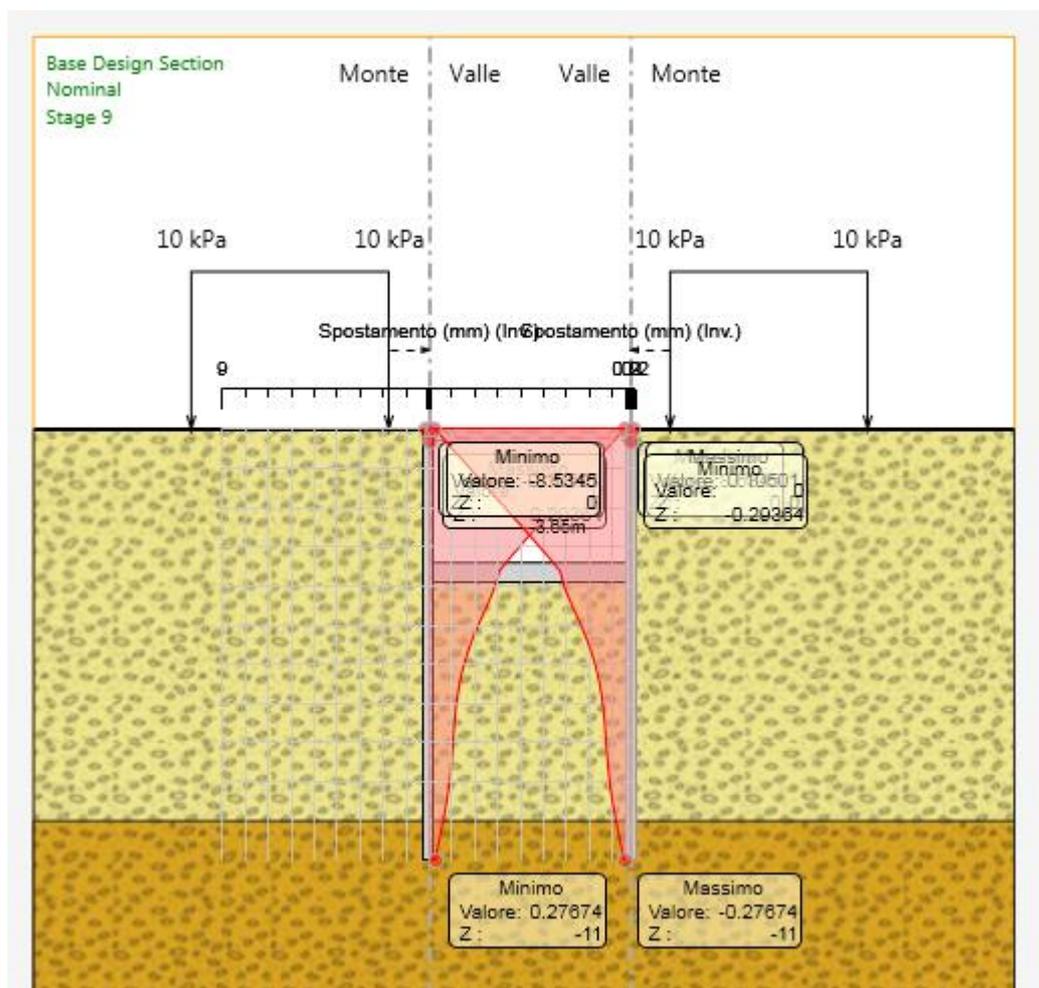


Figura 32 – Spostamento massimo SLE (8.5 mm)

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

La spinta passiva massima mobilitata in combinazione A2+M2+R2 risulta inferiore all'unità, raggiungendo un valore pari al 30%.

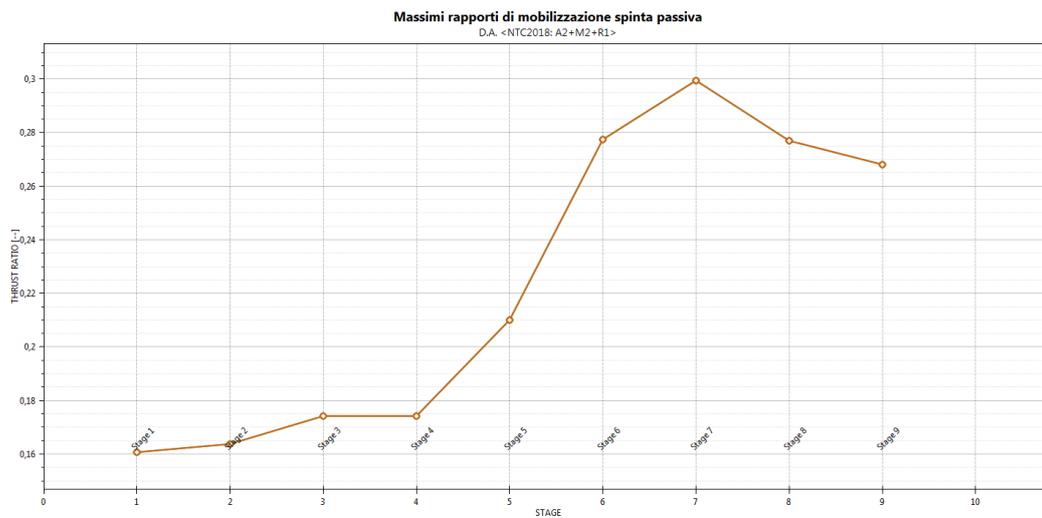


Figura 33- Inviluppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)

INVILUPPO AZIONI SUL PUNTONE

Nella figura che segue si illustra la reazione di compressione massima agente sul vincolo elastico (puntone) calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1.

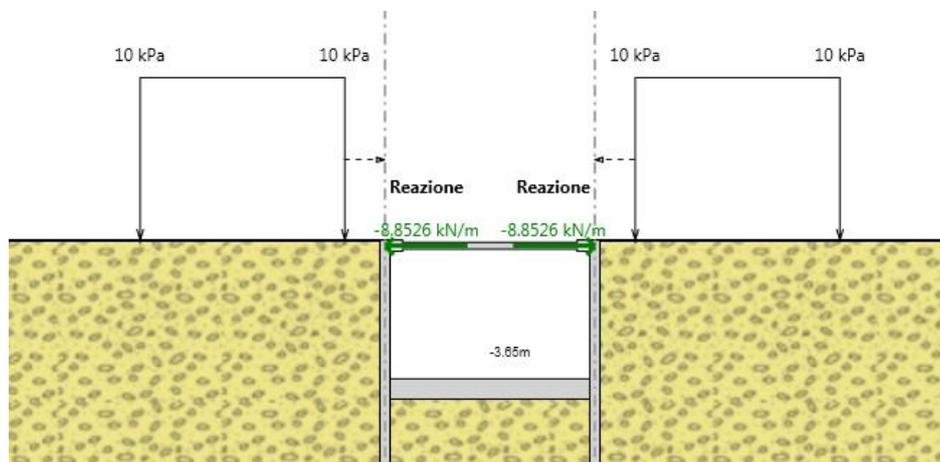


Figura 34 – Azione di taglio massimo SLU ($T_{max} = 8.8 \text{ kN/m}$)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>56 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	56 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	56 di 161								

12. VERIFICHE SEZIONE 1

12.1 Verifiche geotecniche

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione.

Inoltre, gli spostamenti calcolati e rappresentati in Figura 27 sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE.

12.2 Verifiche strutturali

Le seguenti figure illustrano il massimo livello di sfruttamento della struttura al momento ed al taglio, sempre ampiamente inferiore al 100%. Le verifiche strutturali agli SLU sono, pertanto, soddisfatte.

12.2.1 Paratia

Come anticipato in precedenza, la verifica strutturale della paratia viene condotta andando a controllare il tasso di sfruttamento dei tubolari in acciaio all'interno dei micropali. Nelle figure di seguito riportate si presentano gli involuipi di sfruttamento A1+M1+R1 a momento flettente e taglio che soddisfano la verifica, presentando un valore inferiore all'unità:

Sfruttamento momento SLU: 0,43;

Sfruttamento taglio SLU: 0,05.

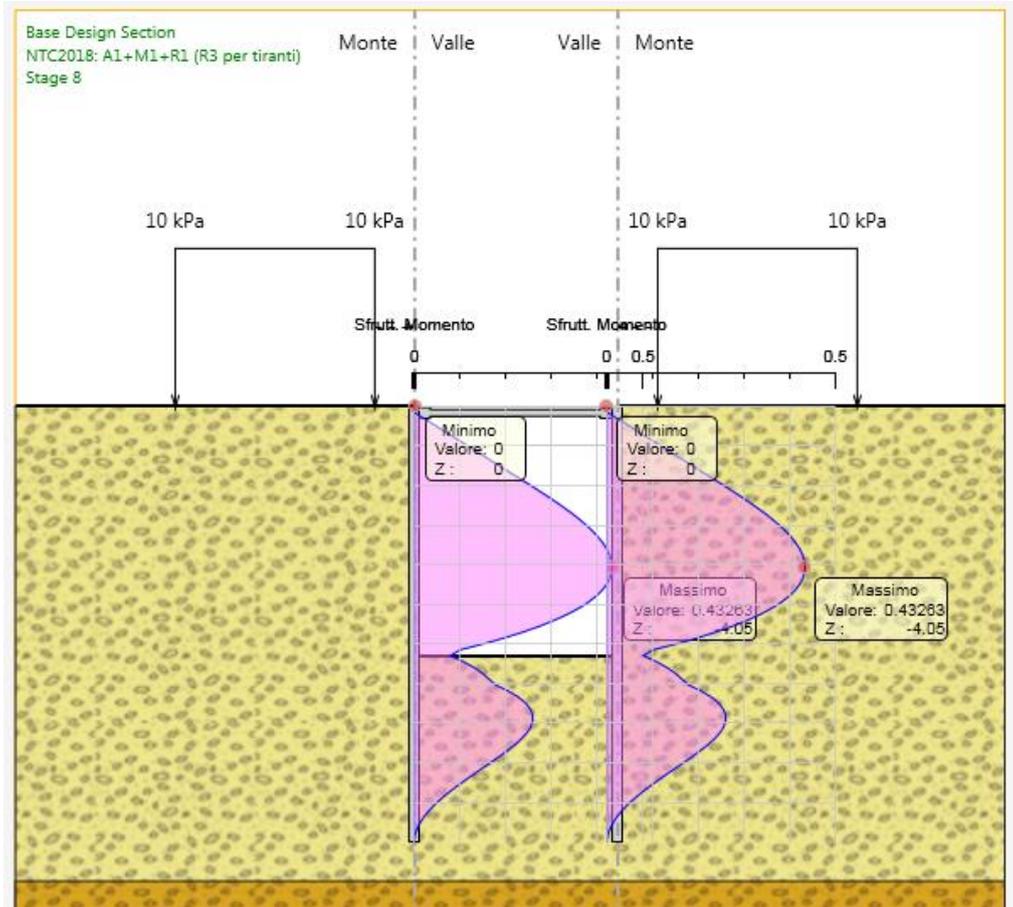


Figura 35 – Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a flessione (SLU)

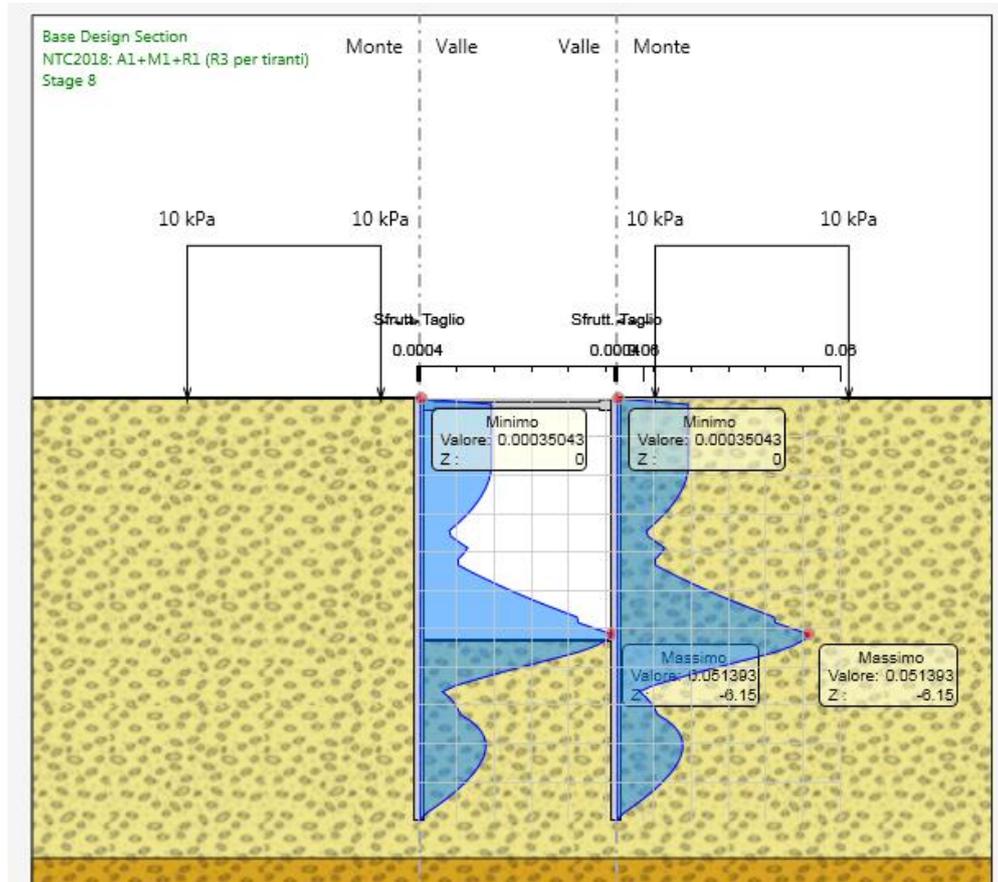


Figura 36 – Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a taglio (SLU)

12.2.1.1 Puntone

La verifica di stabilità del puntone viene condotta in via automatica dal software e, come di seguito riportato, l'assunzione del tubolare 139.7 x 6 mm risulta una scelta cautelativa.

Design Assumption:

Puntone	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	Lunghezza (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento o Taglio	Instabilità
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 4	-9.6822E-14	-1.9364E-13	0	0.003	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 5	-4.5221	-9.0442	0.014	0.003	0.027
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 6	-6.511	-13.022	0.02	0.003	0.039
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 7	-19.998	-39.996	0.061	0.003	0.12
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 8	-25.214	-50.428	0.076	0.003	0.151

Tabella 5 – Verifica puntone – combinazione SLU A1+M1+R1

	INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE												
IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>59 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	59 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	59 di 161								

La massima azione assiale è di 25.2 kN/m; considerando un interasse di 2 m si ha una sollecitazione di 50.4 kN su ogni puntone.

Con riferimento alla verifica di stabilità delle aste compresse in acciaio, nella tabella è riportato il tasso di sfruttamento rispetto allo sforzo normale critico, pari ad un valore massimo di 0.151.

12.2.2 Trave di coronamento

Il calcolo delle azioni agenti sul cordolo in c.a. è stato effettuato in considerazione dei risultati illustrati in Figura 29 (in corrispondenza del vincolo $q=T=25.2 \text{ kN/m}$ in combinazione A1+M1+R1) e nell'ipotesi di trave semplicemente appoggiata (luce=interasse=2 m), le azioni risultanti sono:

$$M_{\max} = q l^2 / 8 = 13 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = q l / 2 = 25.2 \text{ kN.}$$

La verifica a flessione e taglio della sezione viene condotta per mezzo del software RC-SEC.

Le verifiche sono soddisfatte adottando l'armatura minima prescritta dalle NTC 2018.

Armatura longitudinale: $n.4 + 4 \text{ } \phi 10$

Staffe: n.2 bracci, $\phi 10/20 \text{ cm}$

L'incidenza del cordolo in c.a. è di 60 kg/m^3 .

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: cordolo 50x50

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	50.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	4Ø10	(3.1 cm ²)
Barre superiori:	4Ø10	(3.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.5	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	7.5	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	13.00	25.20	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.7	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	13.00	0.01	57.07	4.390	45.7	0.10	0.70	6.3 (3.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00261	42.5	-0.03110	7.5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	7.9	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 7.5 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	25.20	83.75	677.04	117.55	50.0 42.5	1.000	1.000	1.7

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN2200 002</td> <td>A</td> <td>62 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	62 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	62 di 161								

13. VERIFICHE SEZIONE 2

13.1 Verifiche geotecniche

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione.

Inoltre, gli spostamenti calcolati e rappresentati in Figura 32 sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE.

13.2 Verifiche strutturali

Le seguenti figure illustrano il massimo livello di sfruttamento della struttura al momento ed al taglio, sempre ampiamente inferiore al 100%. Le verifiche strutturali agli SLU sono, pertanto, soddisfatte.

13.2.1 Paratia

Come anticipato in precedenza, la verifica strutturale della paratia viene condotta andando a controllare il tasso di sfruttamento dei tubolari in acciaio all'interno dei micropali. Nelle figure di seguito riportate si presentano gli involuipi di sfruttamento A1+M1+R1 a momento flettente e taglio che soddisfano la verifica, presentando un valore inferiore all'unità:

Sfruttamento momento SLU: 0,12;

Sfruttamento taglio SLU: 0,02.

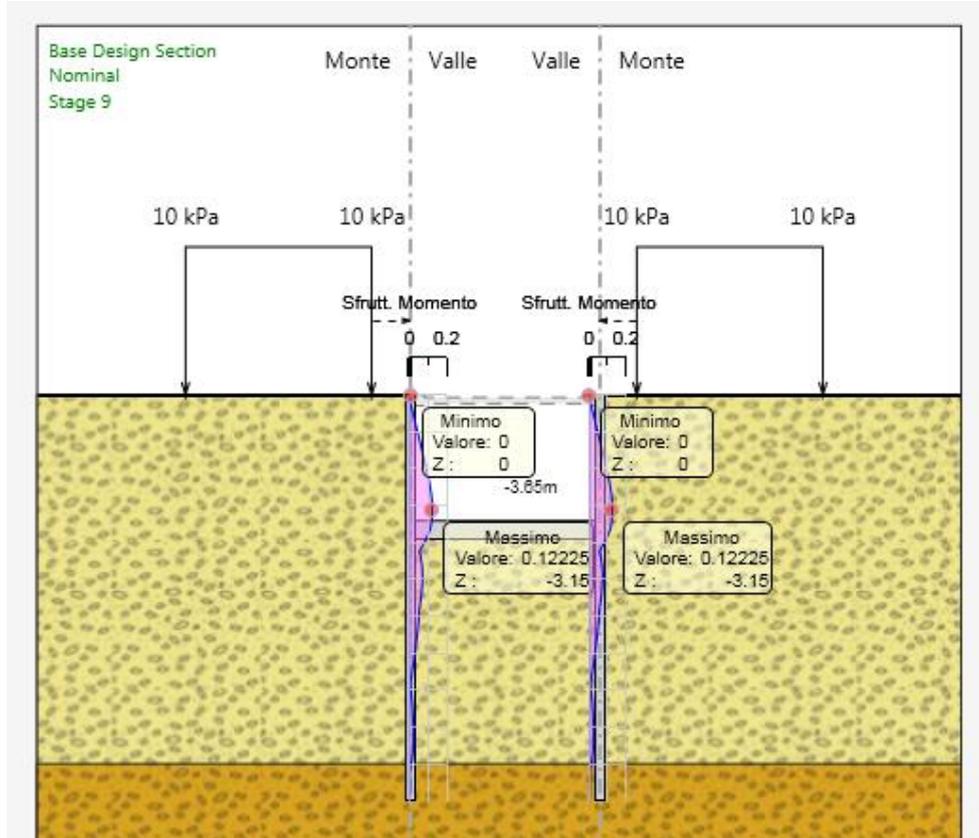


Figura 37 – Inviluppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a flessione (SLU)

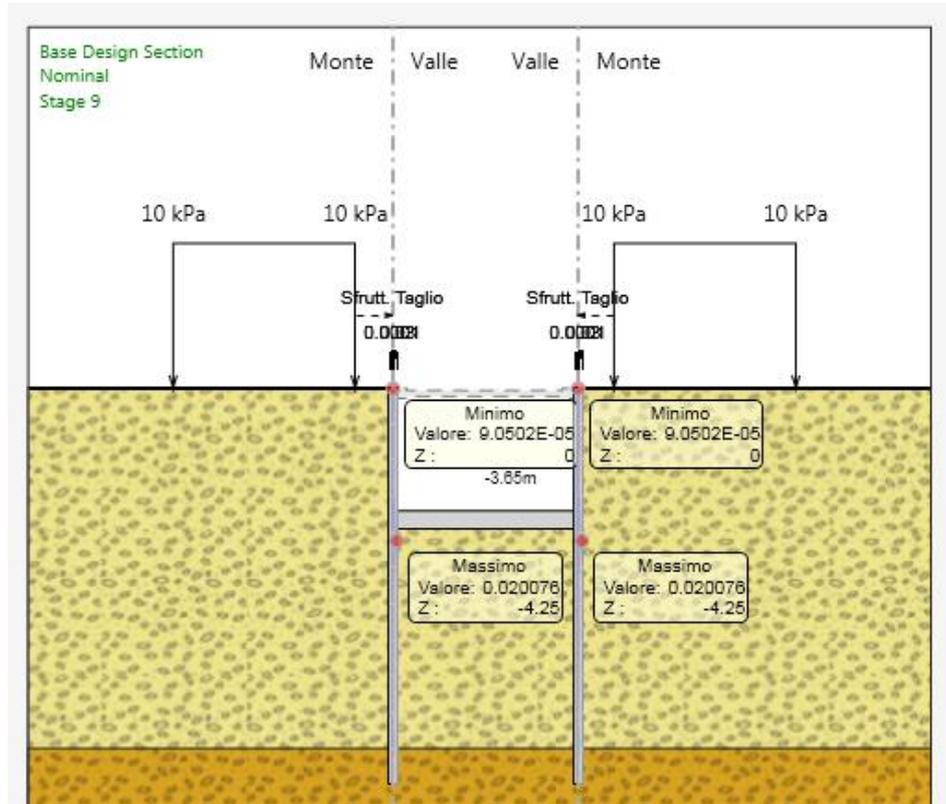


Figura 38 – Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a taglio (SLU)

13.2.1.1 Puntone

La verifica di stabilità del puntone viene condotta in via automatica dal software e, come di seguito riportato, l'assunzione del tubolare 139.7 x 6 mm risulta una scelta cautelativa.

Design Assumption:

Tiranti Puntone Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Puntone	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	Lunghezza (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 4	-1.0062E-13	-2.0124E-13	0	0.003	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 5	-4.524	-9.048	0.014	0.003	0.027
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 6	-5.9952	-11.99	0.018	0.003	0.036
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 7	-8.2727	-16.545	0.025	0.003	0.05
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	NTC2018: A1+M1+R1	Stage 8	-8.8526	-17.705	0.027	0.003	0.053

Tabella 6 – Verifica puntone – combinazione SLU A1+M1+R1

La massima azione assiale è di 8.8 kN/m; considerando un interasse di 2 m si ha una sollecitazione di 17.7 kN su ogni puntone.

	<p style="text-align: center;">INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE</p>												
<p>IN22 – Tombino idraulico al km 36+614 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NR1J</td> <td style="text-align: center;">01 D 29</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN2200 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">65 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	65 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	65 di 161								

Con riferimento alla verifica di stabilità delle aste compresse in acciaio, nella tabella è riportato il tasso di sfruttamento rispetto allo sforzo normale critico, pari ad un valore massimo di 0.053.

13.2.2 Trave di coronamento

Il calcolo delle azioni agenti sul cordolo in c.a. è stato effettuato in considerazione dei risultati illustrati in Figura 34 (in corrispondenza del vincolo $q=T=8.8 \text{ kN/m}$ in combinazione A1+M1+R1) e nell'ipotesi di trave semplicemente appoggiata (luce=interasse=2 m), le azioni risultanti sono:

$$M_{\max} = q l^2 / 8 = 4.5 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = q l / 2 = 8.8 \text{ kN.}$$

Le verifiche sono soddisfatte adottando l'armatura minima prescritta dalle NTC 2018.

Armatura longitudinale: n.4 + 4 $\phi 10$

Staffe: n.2 bracci, $\phi 10/20 \text{ cm}$

L'incidenza del cordolo in c.a. è di 60 kg/m^3 .

Per la verifica a flessione e taglio della sezione, condotta per mezzo del software RC-SEC, si rimanda alla Sezione 1, caratterizzata dalla stessa armatura e da sollecitazioni maggiori.



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	66 di 161

ALLEGATI



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	67 di 161

ALLEGATO 1 – TABULATI DI PARATIE – SEZIONE 1

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropalo

Area equivalente : 0.0236788381580322 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.3 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.3 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Muro di destra

Sezione : Micropalo

Area equivalente : 0.0236788381580322 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.3 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.3 m

Spessore : 0.008 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	70 di 161

Diametro : 0.1683 m

Fasi di Calcolo

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	73 di 161

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	75 di 161

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-2 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.8 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.8 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-5.8 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.3 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.3 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-6.3 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_loa ad_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load _unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressi Lato Monte (F_Wa terDR)	Pressio Lato Valle (F_Wat erRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_ QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_ GStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_ QDStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_ QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.35	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan(ϕ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions		
Z (m)	Inviluppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: WallElement Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.15	0.068	0
-0.3	0.008	3.646
-0.45	0.017	7.36
-0.6	0.095	11.075
-0.75	0.16	14.789
-0.9	0.206	18.503
-1.05	0.233	22.217
-1.2	0.242	25.931
-1.35	0.234	29.645
-1.5	0.213	33.359
-1.65	0.183	37.074
-1.8	0.147	40.788
-1.95	0.11	44.493
-2.1	0.074	48.158
-2.25	0.039	51.748
-2.4	0.008	55.234
-2.55	0	58.582
-2.7	0	61.762
-2.85	0	64.743
-3	0	67.494
-3.15	0	69.983
-3.3	0.136	72.179
-3.45	0.336	74.053
-3.6	0.485	75.572
-3.75	0.59	76.708
-3.9	0.657	77.429
-4.05	0.692	77.706
-4.2	0.7	77.509
-4.35	0.687	76.808
-4.5	0.657	75.572
-4.65	1.067	73.772
-4.8	2.206	71.378
-4.95	3.106	68.361
-5.1	3.789	64.689
-5.25	4.281	60.334
-5.4	4.607	55.267
-5.55	4.79	49.456
-5.7	4.853	42.874
-5.85	4.817	35.489
-6	4.703	27.272
-6.15	8.127	18.195
-6.3	14.158	8.23
-6.45	19.275	0.074
-6.6	23.506	0.062
-6.75	26.895	0.05
-6.9	29.484	0.038
-7.05	32.247	0.028
-7.2	37.171	0.018
-7.35	41.005	0.01
-7.5	43.798	0.002
-7.65	45.596	0

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	89 di 161

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-7.8	46.473	0
-7.95	46.5	0
-8.1	45.738	0
-8.25	44.245	0
-8.4	42.135	0
-8.55	39.545	0
-8.7	36.598	0
-8.85	33.405	0
-9	30.06	0
-9.15	26.647	0
-9.3	23.241	0
-9.45	19.905	0
-9.6	16.695	0
-9.75	13.66	0
-9.9	10.842	0
-10.05	8.279	0
-10.2	6.006	0
-10.35	4.054	0
-10.5	2.452	0.001
-10.65	1.229	0.001
-10.8	0.411	0.001
-10.95	0.026	0
-11	0	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement_New

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.15	0	0.068
-0.3	3.646	0.008
-0.45	7.36	0.017
-0.6	11.075	0.095
-0.75	14.789	0.16
-0.9	18.503	0.206
-1.05	22.217	0.233
-1.2	25.931	0.242
-1.35	29.645	0.234
-1.5	33.359	0.213
-1.65	37.074	0.183
-1.8	40.788	0.147
-1.95	44.493	0.11
-2.1	48.158	0.074
-2.25	51.748	0.039
-2.4	55.234	0.008
-2.55	58.582	0
-2.7	61.762	0
-2.85	64.743	0
-3	67.494	0
-3.15	69.983	0
-3.3	72.179	0.136
-3.45	74.053	0.336
-3.6	75.572	0.485
-3.75	76.708	0.59
-3.9	77.429	0.657
-4.05	77.706	0.692
-4.2	77.509	0.7
-4.35	76.808	0.687
-4.5	75.572	0.657
-4.65	73.772	1.067
-4.8	71.378	2.206
-4.95	68.361	3.106
-5.1	64.689	3.789
-5.25	60.334	4.281
-5.4	55.267	4.607
-5.55	49.456	4.79
-5.7	42.874	4.853
-5.85	35.489	4.817
-6	27.272	4.703
-6.15	18.195	8.127
-6.3	8.23	14.158
-6.45	0.074	19.275
-6.6	0.062	23.506
-6.75	0.05	26.895
-6.9	0.038	29.484
-7.05	0.028	32.247
-7.2	0.018	37.171
-7.35	0.01	41.005
-7.5	0.002	43.798
-7.65	0	45.596
-7.8	0	46.473
-7.95	0	46.5
-8.1	0	45.738
-8.25	0	44.245

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-8.4	0	42.135
-8.55	0	39.545
-8.7	0	36.598
-8.85	0	33.405
-9	0	30.06
-9.15	0	26.647
-9.3	0	23.241
-9.45	0	19.905
-9.6	0	16.695
-9.75	0	13.66
-9.9	0	10.842
-10.05	0	8.279
-10.2	0	6.006
-10.35	0	4.054
-10.5	0.001	2.452
-10.65	0.001	1.229
-10.8	0.001	0.411
-10.95	0	0.026
-11	0	0

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.453	0
-0.15	0.453	24.761
-0.3	0.112	24.761
-0.45	0.519	24.761
-0.6	0.519	24.761
-0.75	0.435	24.761
-0.9	0.307	24.761
-1.05	0.178	24.761
-1.2	0.059	24.761
-1.35	0	24.761
-1.5	0	24.761
-1.65	1.053	24.761
-1.8	2.76	24.761
-1.95	4.746	24.704
-2.1	4.746	24.429
-2.25	4.696	23.939
-2.4	4.399	23.236
-2.55	3.989	22.323
-2.7	3.525	21.201
-2.85	3.045	19.872
-3	2.57	18.336
-3.15	3.695	16.595
-3.3	5.85	14.643
-3.45	8.208	12.488
-3.6	10.767	10.13
-3.75	13.528	7.571
-3.9	16.49	4.81
-4.05	16.49	1.848
-4.2	15.041	0.088
-4.35	13.323	0.2
-4.5	17.085	0.286
-4.65	21.045	0.347
-4.8	25.204	0.387
-4.95	29.561	0.409
-5.1	34.116	0.414
-5.25	38.87	0.414
-5.4	43.822	0.407
-5.55	48.971	0.387
-5.7	54.317	0.356
-5.85	54.776	0.761
-6	60.513	1.171
-6.15	66.438	1.486
-6.3	66.438	1.717
-6.45	64.606	1.876
-6.6	60.974	1.972
-6.75	55.544	2.014
-6.9	48.314	2.014
-7.05	40.407	2.012
-7.2	32.824	1.973
-7.35	25.564	1.905
-7.5	18.619	4.922
-7.65	11.985	7.822
-7.8	5.85	10.097
-7.95	0.176	11.816
-8.1	0.021	13.047
-8.25	0.015	14.07

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	93 di 161

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-8.4	0.011	17.266
-8.55	0.01	19.642
-8.7	0.008	21.291
-8.85	0.006	22.301
-9	0.004	22.749
-9.15	0.001	22.749
-9.3	0	22.707
-9.45	0	22.239
-9.6	0	21.4
-9.75	0	20.236
-9.9	0	18.787
-10.05	0	17.085
-10.2	0	15.154
-10.35	0	13.015
-10.5	0	10.679
-10.65	0.005	8.157
-10.8	0.005	5.451
-10.95	0.005	2.566
-11	0.001	0.521

Tabella Involuppi Taglio WallElement_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0.453
-0.15	24.761	0.453
-0.3	24.761	0.112
-0.45	24.761	0.519
-0.6	24.761	0.519
-0.75	24.761	0.435
-0.9	24.761	0.307
-1.05	24.761	0.178
-1.2	24.761	0.059
-1.35	24.761	0
-1.5	24.761	0
-1.65	24.761	1.053
-1.8	24.761	2.76
-1.95	24.704	4.746
-2.1	24.429	4.746
-2.25	23.939	4.696
-2.4	23.236	4.399
-2.55	22.323	3.989
-2.7	21.201	3.525
-2.85	19.872	3.045
-3	18.336	2.57
-3.15	16.595	3.695
-3.3	14.643	5.85
-3.45	12.488	8.208
-3.6	10.13	10.767
-3.75	7.571	13.528
-3.9	4.81	16.49
-4.05	1.848	16.49
-4.2	0.088	15.041
-4.35	0.2	13.323
-4.5	0.286	17.085
-4.65	0.347	21.045
-4.8	0.387	25.204
-4.95	0.409	29.561
-5.1	0.414	34.116
-5.25	0.414	38.87
-5.4	0.407	43.822
-5.55	0.387	48.971
-5.7	0.356	54.317
-5.85	0.761	54.776
-6	1.171	60.513
-6.15	1.486	66.438
-6.3	1.717	66.438
-6.45	1.876	64.606
-6.6	1.972	60.974
-6.75	2.014	55.544
-6.9	2.014	48.314
-7.05	2.012	40.407
-7.2	1.973	32.824
-7.35	1.905	25.564
-7.5	4.922	18.619
-7.65	7.822	11.985
-7.8	10.097	5.85
-7.95	11.816	0.176
-8.1	13.047	0.021
-8.25	14.07	0.015

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-8.4	17.266	0.011
-8.55	19.642	0.01
-8.7	21.291	0.008
-8.85	22.301	0.006
-9	22.749	0.004
-9.15	22.749	0.001
-9.3	22.707	0
-9.45	22.239	0
-9.6	21.4	0
-9.75	20.236	0
-9.9	18.787	0
-10.05	17.085	0
-10.2	15.154	0
-10.35	13.015	0
-10.5	10.679	0
-10.65	8.157	0.005
-10.8	5.451	0.005
-10.95	2.566	0.005
-11	0.521	0.001



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	96 di 161

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	12.8
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	Left Wall	RIGHT	34.93
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	Right wall	LEFT	34.93
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Right wall	RIGHT	12.8



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	97 di 161

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	Left Wall	LEFT	120.01
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	213.04
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Right wall	LEFT	213.04
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	Right wall	RIGHT	120.01



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	98 di 161

Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Puntone kN/m
Strut	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	-25.21

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.15	0
-0.3	0.02
-0.45	0.041
-0.6	0.062
-0.75	0.082
-0.9	0.103
-1.05	0.124
-1.2	0.144
-1.35	0.165
-1.5	0.186
-1.65	0.206
-1.8	0.227
-1.95	0.248
-2.1	0.268
-2.25	0.288
-2.4	0.308
-2.55	0.326
-2.7	0.344
-2.85	0.36
-3	0.376
-3.15	0.39
-3.3	0.402
-3.45	0.412
-3.6	0.421
-3.75	0.427
-3.9	0.431
-4.05	0.433
-4.2	0.432
-4.35	0.428
-4.5	0.421
-4.65	0.411
-4.8	0.397
-4.95	0.381
-5.1	0.36
-5.25	0.336
-5.4	0.308
-5.55	0.275
-5.7	0.239
-5.85	0.198
-6	0.152
-6.15	0.101
-6.3	0.079
-6.45	0.107
-6.6	0.131
-6.75	0.15
-6.9	0.164
-7.05	0.18
-7.2	0.207
-7.35	0.228
-7.5	0.244
-7.65	0.254
-7.8	0.259

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	102 di 161

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-7.95	0.259
-8.1	0.255
-8.25	0.246
-8.4	0.235
-8.55	0.22
-8.7	0.204
-8.85	0.186
-9	0.167
-9.15	0.148
-9.3	0.129
-9.45	0.111
-9.6	0.093
-9.75	0.076
-9.9	0.06
-10.05	0.046
-10.2	0.033
-10.35	0.023
-10.5	0.014
-10.65	0.007
-10.8	0.002
-10.95	0
-11	0

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.15	0
-0.3	0.02
-0.45	0.041
-0.6	0.062
-0.75	0.082
-0.9	0.103
-1.05	0.124
-1.2	0.144
-1.35	0.165
-1.5	0.186
-1.65	0.206
-1.8	0.227
-1.95	0.248
-2.1	0.268
-2.25	0.288
-2.4	0.308
-2.55	0.326
-2.7	0.344
-2.85	0.36
-3	0.376
-3.15	0.39
-3.3	0.402
-3.45	0.412
-3.6	0.421
-3.75	0.427
-3.9	0.431
-4.05	0.433
-4.2	0.432
-4.35	0.428
-4.5	0.421
-4.65	0.411
-4.8	0.397
-4.95	0.381
-5.1	0.36
-5.25	0.336
-5.4	0.308
-5.55	0.275
-5.7	0.239
-5.85	0.198
-6	0.152
-6.15	0.101
-6.3	0.079
-6.45	0.107
-6.6	0.131
-6.75	0.15
-6.9	0.164
-7.05	0.18
-7.2	0.207
-7.35	0.228
-7.5	0.244
-7.65	0.254
-7.8	0.259
-7.95	0.259
-8.1	0.255
-8.25	0.246

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	104 di 161

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

RIGHT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-8.4	0.235
-8.55	0.22
-8.7	0.204
-8.85	0.186
-9	0.167
-9.15	0.148
-9.3	0.129
-9.45	0.111
-9.6	0.093
-9.75	0.076
-9.9	0.06
-10.05	0.046
-10.2	0.033
-10.35	0.023
-10.5	0.014
-10.65	0.007
-10.8	0.002
-10.95	0
-11	0

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.15	0.019
-0.3	0.019
-0.45	0.019
-0.6	0.019
-0.75	0.019
-0.9	0.019
-1.05	0.019
-1.2	0.019
-1.35	0.019
-1.5	0.019
-1.65	0.019
-1.8	0.019
-1.95	0.019
-2.1	0.019
-2.25	0.018
-2.4	0.017
-2.55	0.016
-2.7	0.015
-2.85	0.014
-3	0.013
-3.15	0.011
-3.3	0.01
-3.45	0.008
-3.6	0.008
-3.75	0.01
-3.9	0.013
-4.05	0.012
-4.2	0.01
-4.35	0.01
-4.5	0.013
-4.65	0.016
-4.8	0.019
-4.95	0.023
-5.1	0.026
-5.25	0.03
-5.4	0.034
-5.55	0.038
-5.7	0.042
-5.85	0.042
-6	0.047
-6.15	0.051
-6.3	0.05
-6.45	0.047
-6.6	0.043
-6.75	0.037
-6.9	0.031
-7.05	0.025
-7.2	0.02
-7.35	0.014
-7.5	0.009
-7.65	0.006
-7.8	0.008
-7.95	0.009
-8.1	0.01
-8.25	0.011

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-8.4	0.013	
-8.55	0.015	
-8.7	0.016	
-8.85	0.017	
-9	0.018	
-9.15	0.018	
-9.3	0.017	
-9.45	0.017	
-9.6	0.016	
-9.75	0.015	
-9.9	0.013	
-10.05	0.012	
-10.2	0.01	
-10.35	0.008	
-10.5	0.006	
-10.65	0.004	
-10.8	0.002	
-10.95	0	
-11	0	

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
0		0
-0.15		0.019
-0.3		0.019
-0.45		0.019
-0.6		0.019
-0.75		0.019
-0.9		0.019
-1.05		0.019
-1.2		0.019
-1.35		0.019
-1.5		0.019
-1.65		0.019
-1.8		0.019
-1.95		0.019
-2.1		0.019
-2.25		0.018
-2.4		0.017
-2.55		0.016
-2.7		0.015
-2.85		0.014
-3		0.013
-3.15		0.011
-3.3		0.01
-3.45		0.008
-3.6		0.008
-3.75		0.01
-3.9		0.013
-4.05		0.012
-4.2		0.01
-4.35		0.01
-4.5		0.013
-4.65		0.016
-4.8		0.019
-4.95		0.023
-5.1		0.026
-5.25		0.03
-5.4		0.034
-5.55		0.038
-5.7		0.042
-5.85		0.042
-6		0.047
-6.15		0.051
-6.3		0.05
-6.45		0.047
-6.6		0.043
-6.75		0.037
-6.9		0.031
-7.05		0.025
-7.2		0.02
-7.35		0.014
-7.5		0.009
-7.65		0.006
-7.8		0.008
-7.95		0.009
-8.1		0.01
-8.25		0.011

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	108 di 161

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-8.4		0.013
-8.55		0.015
-8.7		0.016
-8.85		0.017
-9		0.018
-9.15		0.018
-9.3		0.017
-9.45		0.017
-9.6		0.016
-9.75		0.015
-9.9		0.013
-10.05		0.012
-10.2		0.01
-10.35		0.008
-10.5		0.006
-10.65		0.004
-10.8		0.002
-10.95		0
-11		0

Verifiche Puntoni Nominal

Design	Tipo Risultato:												
Assumption:	Verifiche												
Nominal	Puntoni												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza Stage	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	λ	λ	λ
											y	z	laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.34	-6.679	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-4.711	-9.422	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-14.535	-29.07	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-18.342	-36.684	0	0	0	0	0	0

Verifiche Puntoni NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption:	Tipo	NTC2018										
NTC2018: SLE	Risultato:	(ITA)										
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Verifiche Puntoni											
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.002	0	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.34	-6.679	0.01	0.002	0.02	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-4.711	-9.422	0.014	0.002	0.028	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-14.535	-29.07	0.044	0.002	0.087	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-18.342	-36.684	0.056	0.002	0.11	108 108	0

Verifiche Puntoni NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design	Tipo Risultato: NTC2018											
Assumption:	Verifiche (ITA)											
NTC2018:	Puntoni											
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.003	0	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-4.522	-9.044	0.014	0.003	0.027	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-6.511	-13.022	0.02	0.003	0.039	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-19.998	-39.996	0.061	0.003	0.12	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-25.214	-50.428	0.076	0.003	0.151	108 108	0

Verifiche Puntoni NTC2018: A2+M2+R1

Design	Tipo Risultato: NTC2018											
Assumption:	Verifiche	(ITA)										
NTC2018:	Puntoni											
A2+M2+R1												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza Stage	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.002	0	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.66	-7.319	0.011	0.002	0.022	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-10.082	-20.164	0.031	0.002	0.061	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-29.655	-59.311	0.09	0.002	0.178	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-37.482	-74.964	0.114	0.002	0.225	108 108	0



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	113 di 161

ALLEGATO 2 – TABULATI DI PARATIE – SEZIONE 2

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropalo

Area equivalente : 0.0236788381580322 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.3 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.3 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Muro di destra

Sezione : Micropalo

Area equivalente : 0.0236788381580322 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.3 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.3 m

Spessore : 0.008 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	116 di 161

Diametro : 0.1683 m

Fasi di Calcolo

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	119 di 161

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	121 di 161

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -0.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-0.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-2 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-3.9 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.3 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.3 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4.3 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 8

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-3.9 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 5.1 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 5.1 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 9

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.9 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-3.9 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -30 m

Falda di destra : -30 m

Falda centrale-sinistra : -30 m

Falda centrale-destra : -30 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -6 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 6.1 m

X finale : 11.1 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	133 di 161

Sezione : Micropalo

Paratia : WallElement_New

X : 5.1 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11 m

Sezione : Micropalo

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_loa ad_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load _unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressi Lato Monte (F_Wa terDR)	Pressio Lato Valle (F_Wat erRes)	Carichi Destabilizzanti (F_UPL_ GDStab)	Carichi Stabilizzanti (F_UPL_ GDStab)	Carichi Destabili (F_UPL_ QDStab)	Carichi Permanenti Destabili (F_HYD_ GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_ GDStab)	Carichi Variabili Destabili (F_HYD_ QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.35	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan(ϕ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.15	0.018	0
-0.3	0.008	1.293
-0.45	0.017	2.603
-0.6	0.095	3.913
-0.75	0.16	5.224
-0.9	0.206	6.534
-1.05	0.232	7.844
-1.2	0.241	9.155
-1.35	0.233	10.465
-1.5	0.212	11.775
-1.65	0.181	13.086
-1.8	0.145	14.396
-1.95	0.108	15.698
-2.1	0.071	16.958
-2.25	0.182	18.145
-2.4	0.411	19.227
-2.55	0.776	20.172
-2.7	1.31	20.948
-2.85	2.044	21.525
-3	3.007	21.871
-3.15	4.232	21.957
-3.3	5.75	21.75
-3.45	7.591	21.219
-3.6	9.786	20.335
-3.65	10.602	19.955
-3.8	9.389	17.823
-3.95	8.833	15.294
-4.1	8.806	12.307
-4.25	9.366	9.315
-4.4	10.56	5.952
-4.55	11.446	2.914
-4.7	12.034	0.26
-4.85	12.332	0.097
-5	12.346	0.097
-5.15	12.125	0.097
-5.3	11.717	0.099
-5.45	11.16	0.1
-5.6	10.491	0.101
-5.75	9.742	0.1
-5.9	9.031	0.097
-6.05	8.781	0.092
-6.2	8.394	0.084
-6.35	7.898	0.075
-6.5	7.316	0.066
-6.65	6.67	0.057
-6.8	5.978	0.055
-6.95	5.256	0.106
-7.1	4.515	0.165
-7.25	3.767	0.231
-7.4	3.021	0.305
-7.55	2.284	0.389

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	137 di 161

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-7.7	1.562	0.483
-7.85	0.861	0.707
-8	0.188	1.246
-8.15	0	1.75
-8.3	0	2.216
-8.45	0	2.639
-8.6	0	3.012
-8.75	0	3.327
-8.9	0	3.573
-9.05	0	3.735
-9.2	0	3.798
-9.35	0	3.742
-9.5	0	3.558
-9.65	0	3.227
-9.8	0	2.673
-9.95	0	1.863
-10.1	0.015	0.789
-10.25	0.141	0.158
-10.4	0.239	0
-10.55	0.278	0
-10.7	0.199	0
-10.85	0.074	0
-11	0	0

Tabella Involuppi Momento WallElement_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.15	0	0.018
-0.3	1.293	0.008
-0.45	2.603	0.017
-0.6	3.913	0.095
-0.75	5.224	0.16
-0.9	6.534	0.206
-1.05	7.844	0.232
-1.2	9.155	0.241
-1.35	10.465	0.233
-1.5	11.775	0.212
-1.65	13.086	0.181
-1.8	14.396	0.145
-1.95	15.698	0.108
-2.1	16.958	0.071
-2.25	18.145	0.182
-2.4	19.227	0.411
-2.55	20.172	0.776
-2.7	20.948	1.31
-2.85	21.525	2.044
-3	21.871	3.007
-3.15	21.957	4.232
-3.3	21.75	5.75
-3.45	21.219	7.591
-3.6	20.335	9.786
-3.65	19.955	10.602
-3.8	17.823	9.389
-3.95	15.294	8.833
-4.1	12.307	8.806
-4.25	9.315	9.366
-4.4	5.952	10.56
-4.55	2.914	11.446
-4.7	0.26	12.034
-4.85	0.097	12.332
-5	0.097	12.346
-5.15	0.097	12.125
-5.3	0.099	11.717
-5.45	0.1	11.16
-5.6	0.101	10.491
-5.75	0.1	9.742
-5.9	0.097	9.031
-6.05	0.092	8.781
-6.2	0.084	8.394
-6.35	0.075	7.898
-6.5	0.066	7.316
-6.65	0.057	6.67
-6.8	0.055	5.978
-6.95	0.106	5.256
-7.1	0.165	4.515
-7.25	0.231	3.767
-7.4	0.305	3.021
-7.55	0.389	2.284
-7.7	0.483	1.562
-7.85	0.707	0.861
-8	1.246	0.188
-8.15	1.75	0

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-8.3	2.216	0
-8.45	2.639	0
-8.6	3.012	0
-8.75	3.327	0
-8.9	3.573	0
-9.05	3.735	0
-9.2	3.798	0
-9.35	3.742	0
-9.5	3.558	0
-9.65	3.227	0
-9.8	2.673	0
-9.95	1.863	0
-10.1	0.789	0.015
-10.25	0.158	0.141
-10.4	0	0.239
-10.55	0	0.278
-10.7	0	0.199
-10.85	0	0.074
-11	0	0

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.117	0
-0.15	0.117	8.736
-0.3	0.112	8.736
-0.45	0.519	8.736
-0.6	0.519	8.736
-0.75	0.434	8.736
-0.9	0.306	8.736
-1.05	0.177	8.736
-1.2	0.057	8.736
-1.35	0	8.736
-1.5	0	8.736
-1.65	1.052	8.736
-1.8	2.759	8.736
-1.95	4.745	8.678
-2.1	4.745	8.403
-2.25	4.697	7.913
-2.4	4.401	7.211
-2.55	3.993	6.298
-2.7	4.889	5.176
-2.85	6.425	3.846
-3	8.166	2.311
-3.15	10.118	0.57
-3.3	12.273	0.052
-3.45	14.631	0.028
-3.6	16.337	0.008
-3.65	16.337	6.801
-3.8	16.862	6.801
-3.95	19.911	3.706
-4.1	22.941	0.179
-4.25	25.953	0.109
-4.4	25.953	0.208
-4.55	22.552	0.283
-4.7	19.14	0.335
-4.85	15.747	0.369
-5	12.396	1.469
-5.15	9.478	2.726
-5.3	7.127	3.711
-5.45	5.043	4.457
-5.6	3.219	4.993
-5.75	1.645	5.349
-5.9	0.305	5.553
-6.05	0.055	5.64
-6.2	0.06	5.64
-6.35	0.061	5.637
-6.5	0.061	5.564
-6.65	0.057	5.439
-6.8	0.048	5.276
-6.95	0.035	5.089
-7.1	0.019	4.986
-7.25	0.002	4.986
-7.4	0	4.976
-7.55	0	4.915
-7.7	0	4.812
-7.85	0	4.67
-8	0	4.49
-8.15	0	4.316

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-8.3	0	4.094
-8.45	0	3.811
-8.6	0	3.459
-8.75	0	3.025
-8.9	0	2.495
-9.05	0	1.853
-9.2	0.375	1.081
-9.35	1.319	0.196
-9.5	2.433	0
-9.65	3.734	0
-9.8	5.399	0
-9.95	7.344	0
-10.1	7.344	0
-10.25	4.382	0
-10.4	2.086	0.137
-10.55	0.533	0.553
-10.7	0	0.833
-10.85	0	0.833
-11	0	0.495

Tabella Involuppi Taglio WallElement_New

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0.117
-0.15	8.736	0.117
-0.3	8.736	0.112
-0.45	8.736	0.519
-0.6	8.736	0.519
-0.75	8.736	0.434
-0.9	8.736	0.306
-1.05	8.736	0.177
-1.2	8.736	0.057
-1.35	8.736	0
-1.5	8.736	0
-1.65	8.736	1.052
-1.8	8.736	2.759
-1.95	8.678	4.745
-2.1	8.403	4.745
-2.25	7.913	4.697
-2.4	7.211	4.401
-2.55	6.298	3.993
-2.7	5.176	4.889
-2.85	3.846	6.425
-3	2.311	8.166
-3.15	0.57	10.118
-3.3	0.052	12.273
-3.45	0.028	14.631
-3.6	0.008	16.337
-3.65	6.801	16.337
-3.8	6.801	16.862
-3.95	3.706	19.911
-4.1	0.179	22.941
-4.25	0.109	25.953
-4.4	0.208	25.953
-4.55	0.283	22.552
-4.7	0.335	19.14
-4.85	0.369	15.747
-5	1.469	12.396
-5.15	2.726	9.478
-5.3	3.711	7.127
-5.45	4.457	5.043
-5.6	4.993	3.219
-5.75	5.349	1.645
-5.9	5.553	0.305
-6.05	5.64	0.055
-6.2	5.64	0.06
-6.35	5.637	0.061
-6.5	5.564	0.061
-6.65	5.439	0.057
-6.8	5.276	0.048
-6.95	5.089	0.035
-7.1	4.986	0.019
-7.25	4.986	0.002
-7.4	4.976	0
-7.55	4.915	0
-7.7	4.812	0
-7.85	4.67	0
-8	4.49	0
-8.15	4.316	0

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	143 di 161

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-8.3	4.094	0
-8.45	3.811	0
-8.6	3.459	0
-8.75	3.025	0
-8.9	2.495	0
-9.05	1.853	0
-9.2	1.081	0.375
-9.35	0.196	1.319
-9.5	0	2.433
-9.65	0	3.734
-9.8	0	5.399
-9.95	0	7.344
-10.1	0	7.344
-10.25	0	4.382
-10.4	0.137	2.086
-10.55	0.553	0.533
-10.7	0.833	0
-10.85	0.833	0
-11	0.495	0

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	11.91
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	Left Wall	RIGHT	20.64
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	Right wall	LEFT	20.64
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Right wall	RIGHT	11.91

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	Left Wall	LEFT	137.96
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	208.04
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Right wall	LEFT	208.04
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	Right wall	RIGHT	137.96



INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE
FERROVIARIA REGIONALE - AMMODERNAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI
VALLE

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN22 - Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	146 di 161

Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Puntone kN/m
Strut	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 8	-8.85

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	147 di 161

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Assiale kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 9	-24.89

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-a kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 9	-0.19

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-b kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 9	0.19

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-a kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 9	43.03

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-b kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 9	43.03

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.15	0
-0.3	0.007
-0.45	0.014
-0.6	0.022
-0.75	0.029
-0.9	0.036
-1.05	0.044
-1.2	0.051
-1.35	0.058
-1.5	0.066
-1.65	0.073
-1.8	0.08
-1.95	0.087
-2.1	0.094
-2.25	0.101
-2.4	0.107
-2.55	0.112
-2.7	0.117
-2.85	0.12
-3	0.122
-3.15	0.122
-3.3	0.121
-3.45	0.118
-3.6	0.113
-3.65	0.111
-3.8	0.099
-3.95	0.085
-4.1	0.069
-4.25	0.052
-4.4	0.059
-4.55	0.064
-4.7	0.067
-4.85	0.069
-5	0.069
-5.15	0.068
-5.3	0.065
-5.45	0.062
-5.6	0.058
-5.75	0.054
-5.9	0.05
-6.05	0.049
-6.2	0.047
-6.35	0.044
-6.5	0.041
-6.65	0.037
-6.8	0.033
-6.95	0.029
-7.1	0.025
-7.25	0.021
-7.4	0.017
-7.55	0.013
-7.7	0.009

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	151 di 161

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-7.85	0.005
-8	0.007
-8.15	0.01
-8.3	0.012
-8.45	0.015
-8.6	0.017
-8.75	0.019
-8.9	0.02
-9.05	0.021
-9.2	0.021
-9.35	0.021
-9.5	0.02
-9.65	0.018
-9.8	0.015
-9.95	0.01
-10.1	0.004
-10.25	0.001
-10.4	0.001
-10.55	0.002
-10.7	0.001
-10.85	0
-11	0

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.15	0
-0.3	0.007
-0.45	0.014
-0.6	0.022
-0.75	0.029
-0.9	0.036
-1.05	0.044
-1.2	0.051
-1.35	0.058
-1.5	0.066
-1.65	0.073
-1.8	0.08
-1.95	0.087
-2.1	0.094
-2.25	0.101
-2.4	0.107
-2.55	0.112
-2.7	0.117
-2.85	0.12
-3	0.122
-3.15	0.122
-3.3	0.121
-3.45	0.118
-3.6	0.113
-3.65	0.111
-3.8	0.099
-3.95	0.085
-4.1	0.069
-4.25	0.052
-4.4	0.059
-4.55	0.064
-4.7	0.067
-4.85	0.069
-5	0.069
-5.15	0.068
-5.3	0.065
-5.45	0.062
-5.6	0.058
-5.75	0.054
-5.9	0.05
-6.05	0.049
-6.2	0.047
-6.35	0.044
-6.5	0.041
-6.65	0.037
-6.8	0.033
-6.95	0.029
-7.1	0.025
-7.25	0.021
-7.4	0.017
-7.55	0.013
-7.7	0.009
-7.85	0.005
-8	0.007
-8.15	0.01

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	153 di 161

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

RIGHT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-8.3	0.012
-8.45	0.015
-8.6	0.017
-8.75	0.019
-8.9	0.02
-9.05	0.021
-9.2	0.021
-9.35	0.021
-9.5	0.02
-9.65	0.018
-9.8	0.015
-9.95	0.01
-10.1	0.004
-10.25	0.001
-10.4	0.001
-10.55	0.002
-10.7	0.001
-10.85	0
-11	0

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
0	0	
-0.15	0.007	
-0.3	0.007	
-0.45	0.007	
-0.6	0.007	
-0.75	0.007	
-0.9	0.007	
-1.05	0.007	
-1.2	0.007	
-1.35	0.007	
-1.5	0.007	
-1.65	0.007	
-1.8	0.007	
-1.95	0.007	
-2.1	0.006	
-2.25	0.006	
-2.4	0.005	
-2.55	0.004	
-2.7	0.004	
-2.85	0.005	
-3	0.006	
-3.15	0.008	
-3.3	0.009	
-3.45	0.011	
-3.6	0.013	
-3.65	0.011	
-3.8	0.013	
-3.95	0.015	
-4.1	0.018	
-4.25	0.02	
-4.4	0.017	
-4.55	0.015	
-4.7	0.012	
-4.85	0.01	
-5	0.007	
-5.15	0.006	
-5.3	0.004	
-5.45	0.003	
-5.6	0.004	
-5.75	0.004	
-5.9	0.004	
-6.05	0.004	
-6.2	0.004	
-6.35	0.004	
-6.5	0.004	
-6.65	0.004	
-6.8	0.004	
-6.95	0.004	
-7.1	0.004	
-7.25	0.004	
-7.4	0.004	
-7.55	0.004	
-7.7	0.004	
-7.85	0.003	
-8	0.003	
-8.15	0.003	

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	155 di 161

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-8.3		0.003
-8.45		0.003
-8.6		0.002
-8.75		0.002
-8.9		0.001
-9.05		0.001
-9.2		0
-9.35		0.001
-9.5		0.002
-9.65		0.003
-9.8		0.004
-9.95		0.006
-10.1		0.003
-10.25		0.002
-10.4		0
-10.55		0
-10.7		0.001
-10.85		0
-11		0

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.15	0.007
-0.3	0.007
-0.45	0.007
-0.6	0.007
-0.75	0.007
-0.9	0.007
-1.05	0.007
-1.2	0.007
-1.35	0.007
-1.5	0.007
-1.65	0.007
-1.8	0.007
-1.95	0.007
-2.1	0.006
-2.25	0.006
-2.4	0.005
-2.55	0.004
-2.7	0.004
-2.85	0.005
-3	0.006
-3.15	0.008
-3.3	0.009
-3.45	0.011
-3.6	0.013
-3.65	0.011
-3.8	0.013
-3.95	0.015
-4.1	0.018
-4.25	0.02
-4.4	0.017
-4.55	0.015
-4.7	0.012
-4.85	0.01
-5	0.007
-5.15	0.006
-5.3	0.004
-5.45	0.003
-5.6	0.004
-5.75	0.004
-5.9	0.004
-6.05	0.004
-6.2	0.004
-6.35	0.004
-6.5	0.004
-6.65	0.004
-6.8	0.004
-6.95	0.004
-7.1	0.004
-7.25	0.004
-7.4	0.004
-7.55	0.004
-7.7	0.004
-7.85	0.003
-8	0.003
-8.15	0.003

IN22 – Tombino idraulico al km 36+614
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IN2200 002	A	157 di 161

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-8.3		0.003
-8.45		0.003
-8.6		0.002
-8.75		0.002
-8.9		0.001
-9.05		0.001
-9.2		0
-9.35		0.001
-9.5		0.002
-9.65		0.003
-9.8		0.004
-9.95		0.006
-10.1		0.003
-10.25		0.002
-10.4		0
-10.55		0
-10.7		0.001
-10.85		0
-11		0

Verifiche Puntoni Nominal

Design	Tipo Risultato:												
Assumption:	Verifiche												
Nominal	Puntoni												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza Stage	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità	λ	λ	λ
											y	z	laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.341	-6.682	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-4.34	-8.68	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-5.987	-11.975	0	0	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-6.417	-12.834	0	0	0	0	0	0

Verifiche Puntoni NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption:	Tipo	NTC2018										
NTC2018: SLE	Risultato:	(ITA)										
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Verifiche Puntoni											
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.002	0	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.341	-6.682	0.01	0.002	0.02	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-4.34	-8.68	0.013	0.002	0.026	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-5.987	-	0.018	0.002	0.036	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-6.417	-	0.019	0.002	0.039	108 108	0
							11.975					
							12.834					

Verifiche Puntoni NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design	Tipo Risultato: NTC2018												
Assumption:	Verifiche (ITA)												
NTC2018:	Puntoni												
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)													
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ	λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.003	0	108 108	0	
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-4.524	-9.048	0.014	0.003	0.027	108 108	0	
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-5.995	-11.99	0.018	0.003	0.036	108 108	0	
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-8.273	-16.545	0.025	0.003	0.05	108 108	0	
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-8.853	-17.705	0.027	0.003	0.053	108 108	0	

Verifiche Puntoni NTC2018: A2+M2+R1

Design	Tipo Risultato: NTC2018											
Assumption:	Verifiche	(ITA)										
NTC2018:	Puntoni											
A2+M2+R1												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura orizzontale	Lunghezza Stage	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio momento	Ratio taglio	Instabilità λ y	λ z	λ laterale
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 4	0	0	0	0.002	0	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 5	-3.661	-7.322	0.011	0.002	0.022	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 6	-9.335	-18.671	0.028	0.002	0.056	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 7	-12.671	-25.341	0.038	0.002	0.076	108 108	0
Strut	CHS139.7*6	S275	2	5.1	Stage 8	-13.071	-26.141	0.04	0.002	0.079	108 108	0