

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA FERROVIA ROMA - VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO VIGNA DI VALLE

IN19 – Tombino idraulico al km 36+016

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 29 CL IN1900 002 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-------------|---------|
| A | Emissione Esecutiva | F. Serrau <i>F. Serrau</i> | 05.2020 | M. Monda <i>M. Monda</i> | 05.2020 | T. Paoletti <i>T. Paoletti</i> | 05.2020 | F. Arduini | 05.2020 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ITALFERR S.p.A.
Via
Indirizzo: Centro
Direzione: F.lli. Arduini
Ufficio: Direzione Tecnica Infrastrutture Centro
Ufficio: Direzione Tecnica Infrastrutture Centro di Roma

File: NR1J01D29CLIN1900002A.doc

n. Elab.: 307.11

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..... | 15 |
| 6. | ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO..... | 16 |
| 6.1 | AZIONI PERMANENTI..... | 16 |
| 6.1.1 | <i>Peso proprio</i> | 16 |
| 6.1.2 | <i>Spinta delle terre</i> | 16 |
| 6.2 | SOVRACCARICHI ACCIDENTALI..... | 18 |
| 7. | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE..... | 19 |
| 8. | METODO DI ANALISI..... | 22 |
| 8.1 | MODELLAZIONE NUMERICA..... | 22 |

| | | |
|--------|---|----|
| 8.2 | MODELLI DI CALCOLO | 26 |
| 8.3 | FASI DI COSTRUZIONE | 26 |
| 8.3.1 | <i>Sezione 36+016</i> | 27 |
| 9. | CRITERI DI VERIFICA | 34 |
| 9.1 | VERIFICHE GEOTECNICHE | 34 |
| 9.1.1 | <i>Verifica della massima spinta passiva mobilitata</i> | 34 |
| 9.1.2 | <i>Verifica degli spostamenti</i> | 34 |
| 9.1.3 | <i>Altre verifiche</i> | 35 |
| 9.2 | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 35 |
| 9.2.1 | <i>Verifica dei tubi di armatura dei micropali</i> | 35 |
| 9.2.2 | <i>Verifica del puntone</i> | 35 |
| 9.2.3 | <i>Verifica della trave di coronamento</i> | 35 |
| 10. | RISULTATI | 36 |
| 11. | VERIFICHE | 41 |
| 11.1 | VERIFICHE GEOTECNICHE | 41 |
| 11.2 | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 41 |
| 11.2.1 | <i>Paratia</i> | 41 |
| | ALLEGATI..... | 48 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|---------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 4 di 93 |

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento della paratia provvisoria da realizzare per consentire la costruzione dell'attraversamento idraulico IN19 (pk 36+016), 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.

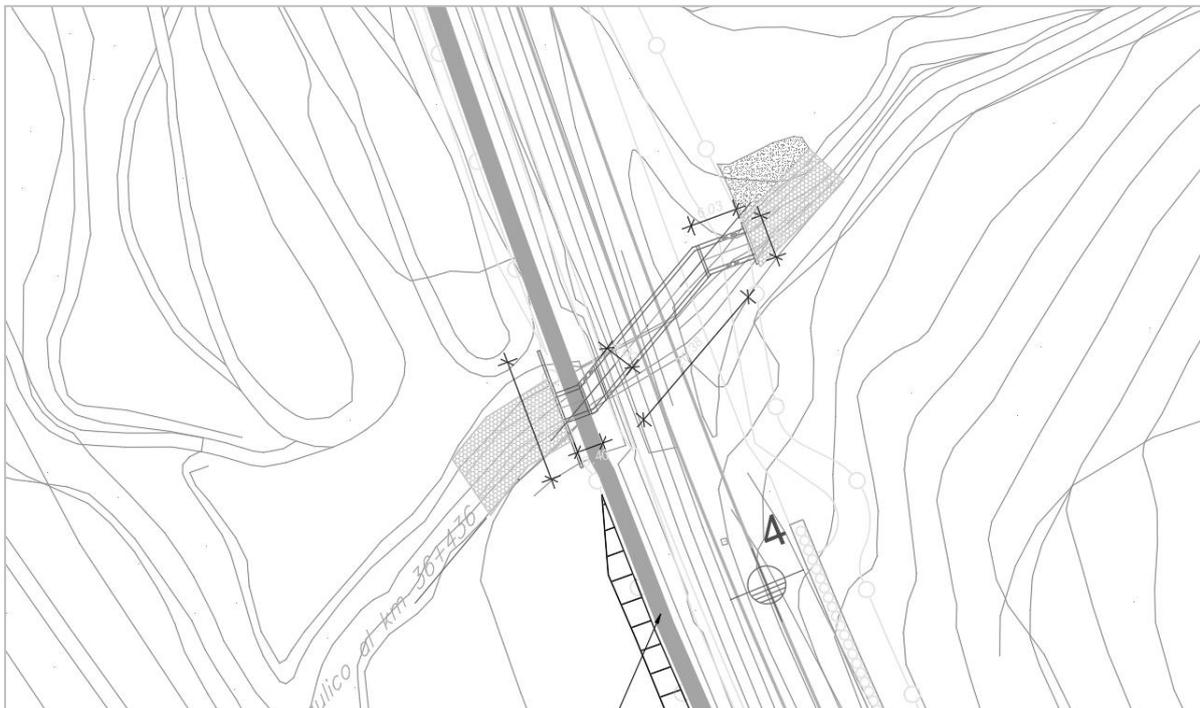


Figura 1 – Tombino IN19 al km 36+016: planimetria (Doc. rif. [10])

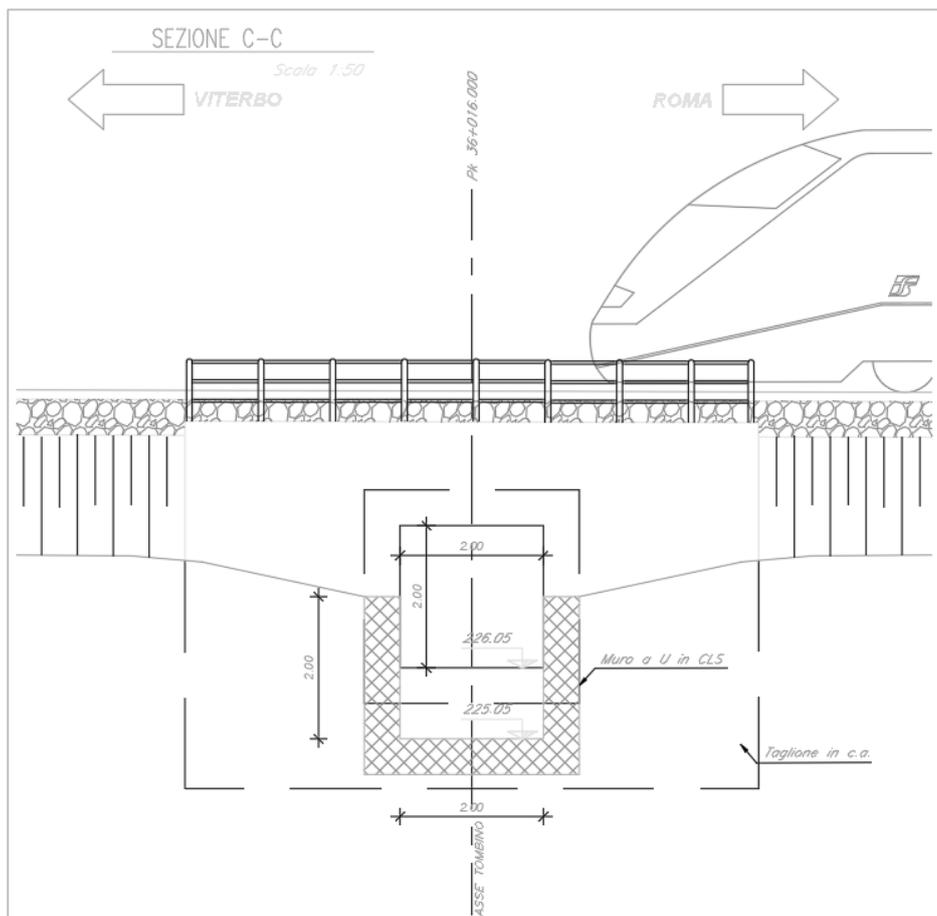
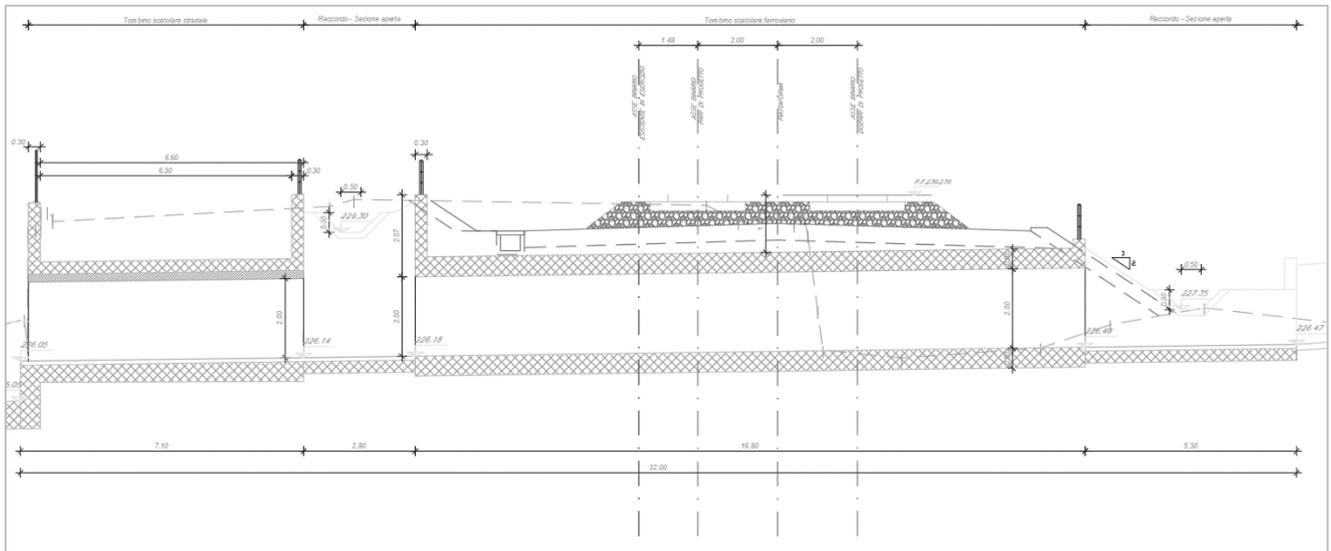


Figura 2 - Tombino IN19 al km 36+016

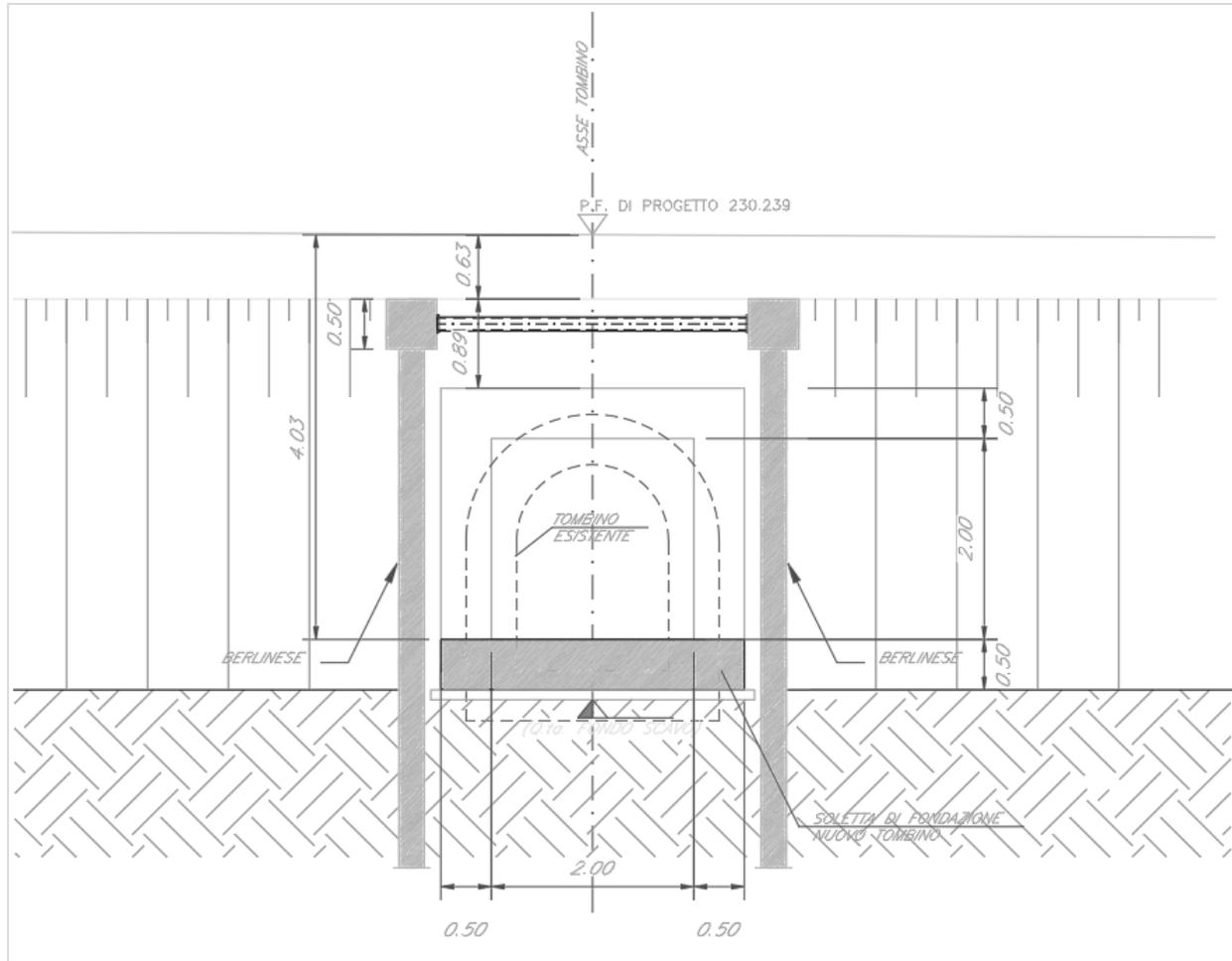


Figura 3 – Paratia provvisoria: sezione

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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 Definitivo NR1J00D29GE0005001A
- [8] Profilo geotecnico di linea – Tav1-8 NR1J01D29F6GE0005001A
- [9] IN19 Tombino idraulico al km 36+016 - Relazione tecnica descrittiva NR1J01D29ROIN1900001A
- [10] IN19 Tombino idraulico al km 36+016 - Planimetria di progetto NR1J01D29P8IN1900001A
- [11] IN19 Tombino idraulico al km 36+016 Fasi costruttive NR1J01D29BZIN1900001A-2A
- [12] IN19 Tombino idraulico al km 36+016 – Carpenteria scatolare – Pianta e sezioni NR1J01D29BZIN1900003A
- [13] IN19 Tombino idraulico al km 36+016 – Scavi e opere provvisionali – Pianta e sezioni NR1J01D29PZIN1900001A

|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>9 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 9 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 9 di 93 | | | | | | | | |

2.3 Software

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

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

| | | | | | | |
|--|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A | FOGLIO 10 di 93 |

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 |

|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>11 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 11 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 11 di 93 | | | | | | | | |

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 $\gamma_{M0} = 1.05$

|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>12 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 12 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 12 di 93 | | | | | | | | |

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La paratia illustrata in Figura 3 avrà la funzione di consentire la realizzazione dell'attraversamento idraulico IN19 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) Costruzione Berlinese di 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 provvisori;

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 sarà costituita da una berlinese di micropali di diametro 250 mm e di lunghezza 9 m, disposti con interasse pari a 0.4 m e realizzati con iniezioni a gravità (v. Figura 4 e Figura 5). I micropali saranno armati con tubolari in acciaio di diametro 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, si adotterà un ordine di puntoni provvisionali in testa alla paratia, costituiti da profili tubolari in acciaio di diametro di 139.7 mm e spessore 8 mm, disposti ad un interasse di 2 m.

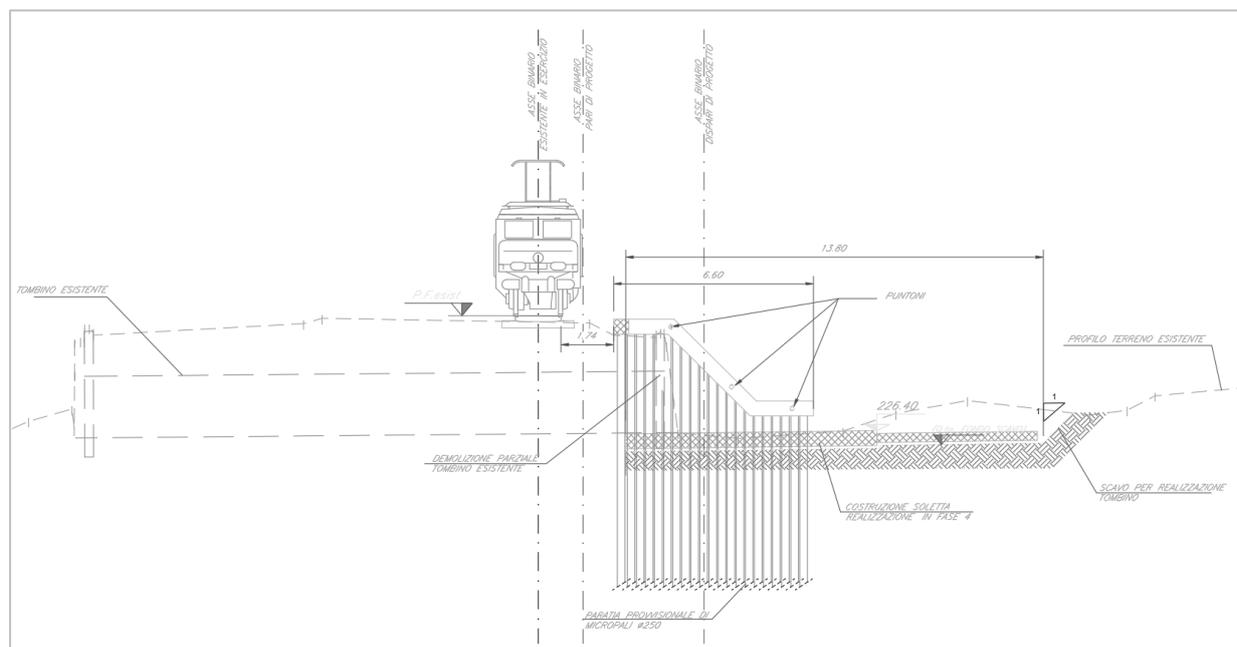


Figura 4 - Paratia provvisoria: prospetto 1

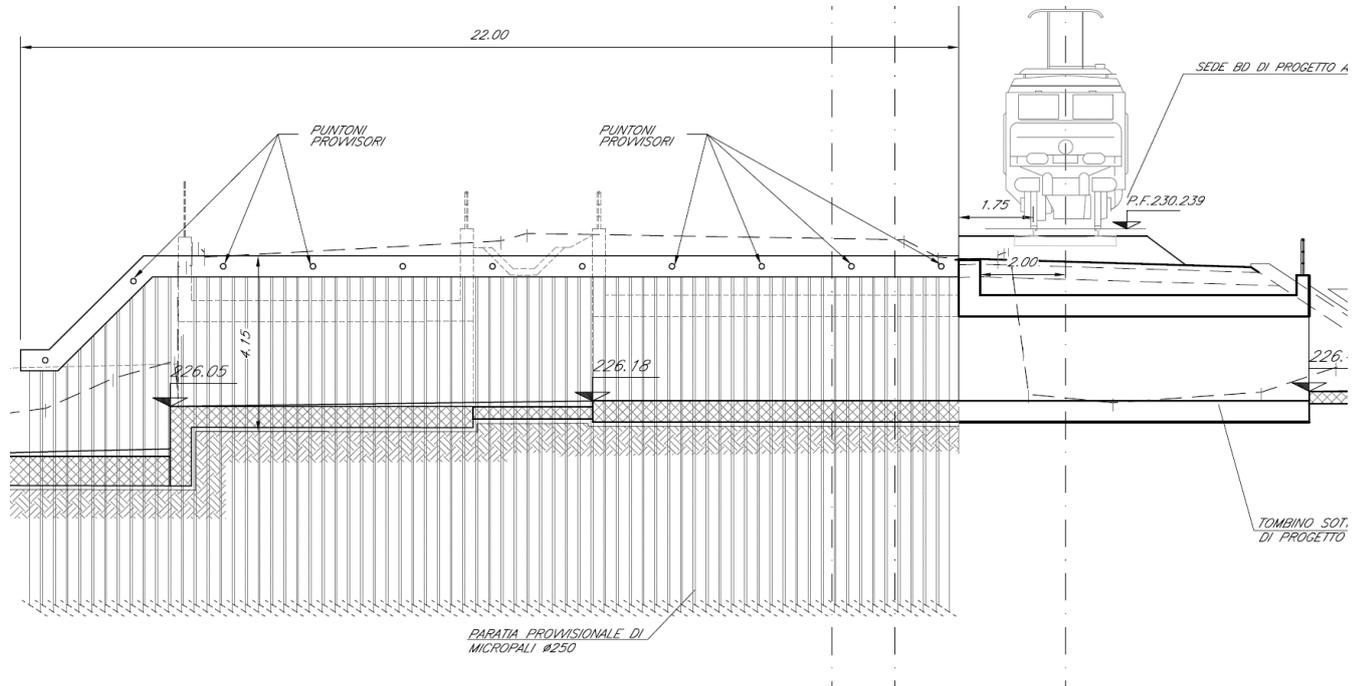


Figura 5 - Paratia provvisoria: prospetto 2

La sezione di calcolo è visibile in Figura 5: l'altezza massima di scavo, dall'estradosso del cordolo al piano di posa della soletta di fondo del nuovo tombino, è pari a 4.15 m. Considerando un incremento del 10% come prescritto dalle NTC 2018, si ha una scavo massimo di calcolo pari a 4.6 m.

L'estradosso del cordolo si trova alla quota +229.6 m l.m.m..

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

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 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 6 (pk 34+600 – 36+050). 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]).

Considerata la necessità di costruire da un lato della ferrovia un rilevato provvisorio per la realizzazione dei micropali (si veda Figura 4), che verrà realizzato con il materiale presente in sito, nel calcolo della paratia si trascura cautelativamente la presenza del terreno costituente il rilevato ferroviario 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, che si trova alla quota +229,6 m l.m.m..

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

| Unità litologiche | Profondità | | γ | ϕ' | c' | E_{op} |
|---|------------|-----|-------------------|---------|------|----------|
| | m p.c. | | KN/m ³ | ° | KPa | MPa |
| U2a – Sabbia limosa / Limo sabbioso | 0 | 3.6 | 16 | 30 | 0 | 20 |
| U3a - Depositi vulcanici – sabbia limosa con ghiaia | 3.6 | 10 | 17 | 32 | 0 | 55 |

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

Dalle misure freatiche effettuate la falda viene rilevata a circa -18 m dall'estradosso del cordolo e pertanto non viene inserita nel modello 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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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 $\sigma'h$ a quella verticale $\sigma'v$ 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:

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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

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

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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>18 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 18 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 18 di 93 | | | | | | | | |

- 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 dei mezzi di cantiere o agricoli.

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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).

|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>20 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 20 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 20 di 93 | | | | | | | | |

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

- 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.

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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 |
| Gruppi di carico | g_{r1} | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | g_{r2} | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | 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 |
| Coazione efficace | c'_k | γ_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 |

| | | | | | | |
|--|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A | FOGLIO 22 di 93 |

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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

- 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.

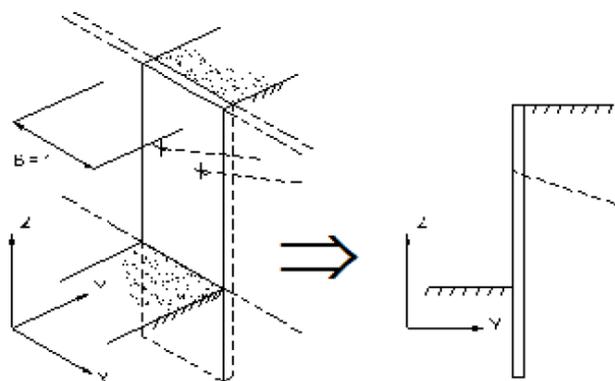


Figura 6 – Schema di modellazione piana effettuata per mezzo del software PARATIE

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:

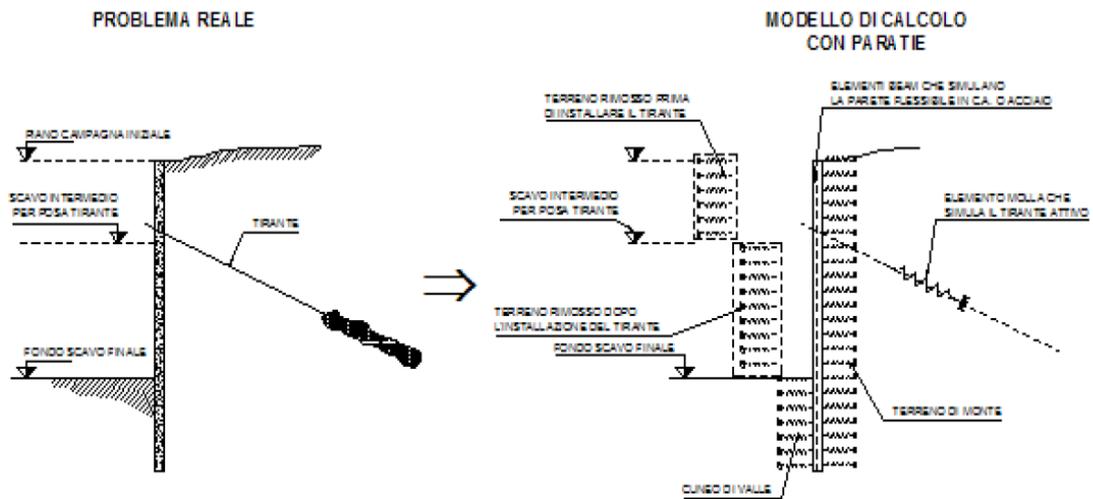


Figura 7 – Trave su suolo elastico: modellazione numerica della paratia e dei vincoli

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

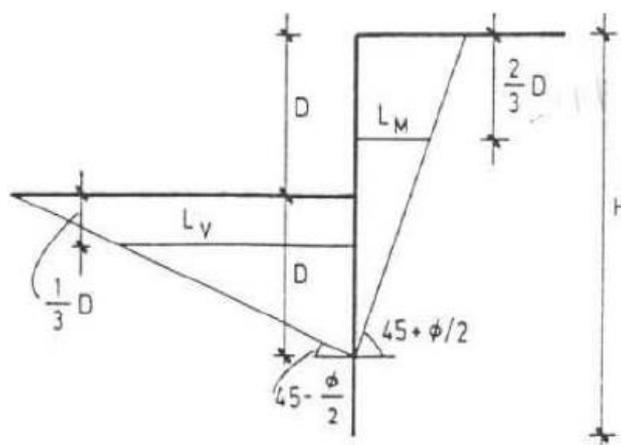
a è un fattore di scala posto pari a 1;

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 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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>26 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 26 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 26 di 93 | | | | | | | | |

8.2 Modelli di calcolo

La sezione considerata presenta la maggior profondità di scavo, pari a 4.15 m, ai quali si deve sommare il sovrascavo previsto da normativa al capitolo 6.5.2.2. Nel caso in esame, il 10% dell'altezza di scavo corrisponde a 41 cm (< 0,50 m) e pertanto si assume 4.6 m come profondità massima di scavo.

Vista la larghezza dello scatolare pari a 3,00 m (2,00 m + 0,50 m + 0,50 m), al fine di garantire un adeguato franco tra micropali e struttura, l'interasse tra le paratie è pari a 3,65m.

L'opera di sostegno provvisoria è costituita da una berlinese di micropali di diametro 250 mm e di lunghezza 9 m, disposti con interasse pari a 0.4 m e realizzati con iniezioni a gravità (v. Figura 4 e Figura 5). I micropali saranno armati con tubolari in acciaio di diametro 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.

Il puntone provvisorio in testa alla paratia è costituito da un profilo tubolare 139,7 x 8 mm in acciaio S275, disposto ad interasse 2 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 nei differenti stadi di costruzione e di consentire la convergenza della soluzione. Nel seguito si riassumono le fasi di calcolo considerate nell'analisi.

8.3.1 Sezione 36+016

FASE 0 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: -

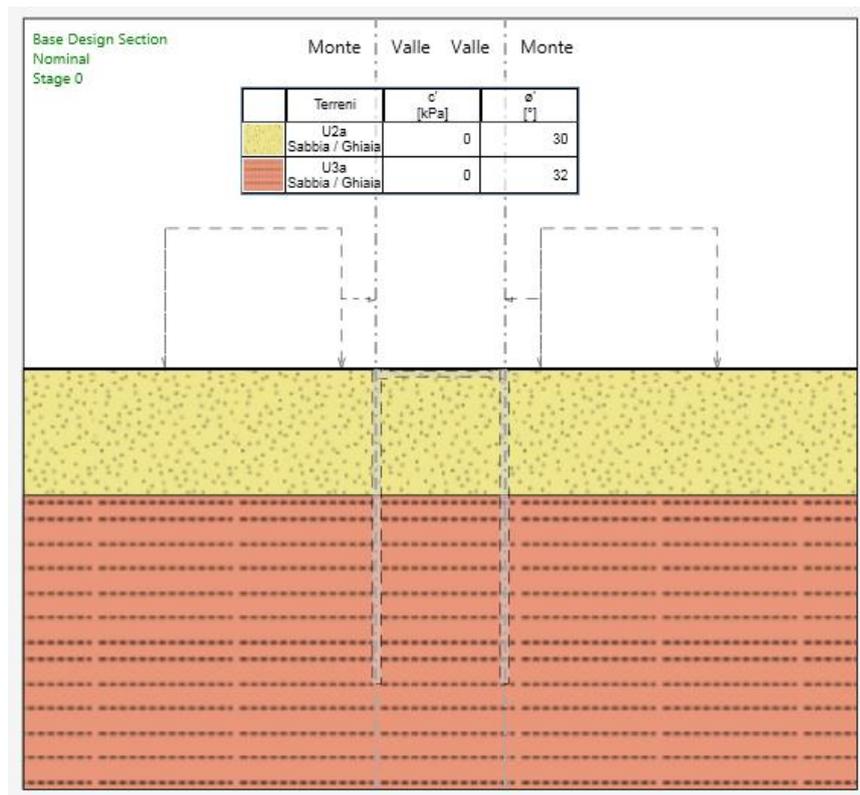


Figura 8 –Stage 0: stato di fatto

FASE 1 - BERLINESE

Paratia: Palo $\varnothing 250\text{mm}$, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: 0 m

Sovraccarico: 10kPa variabili

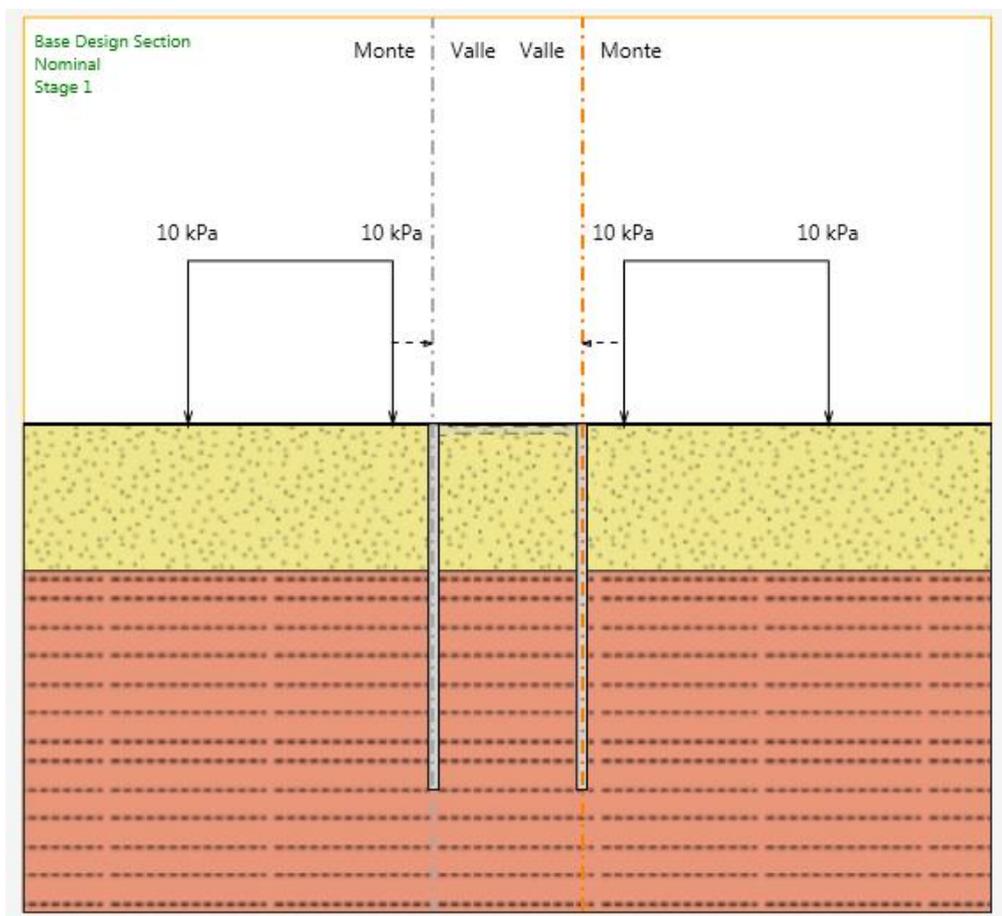


Figura 9 –Stage 1: Realizzazione berlinese

FASE 2 – SCAVO -1.00 m

Paratia: Palo $\varnothing 250\text{mm}$, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m

Puntoni: -

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -1.00 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

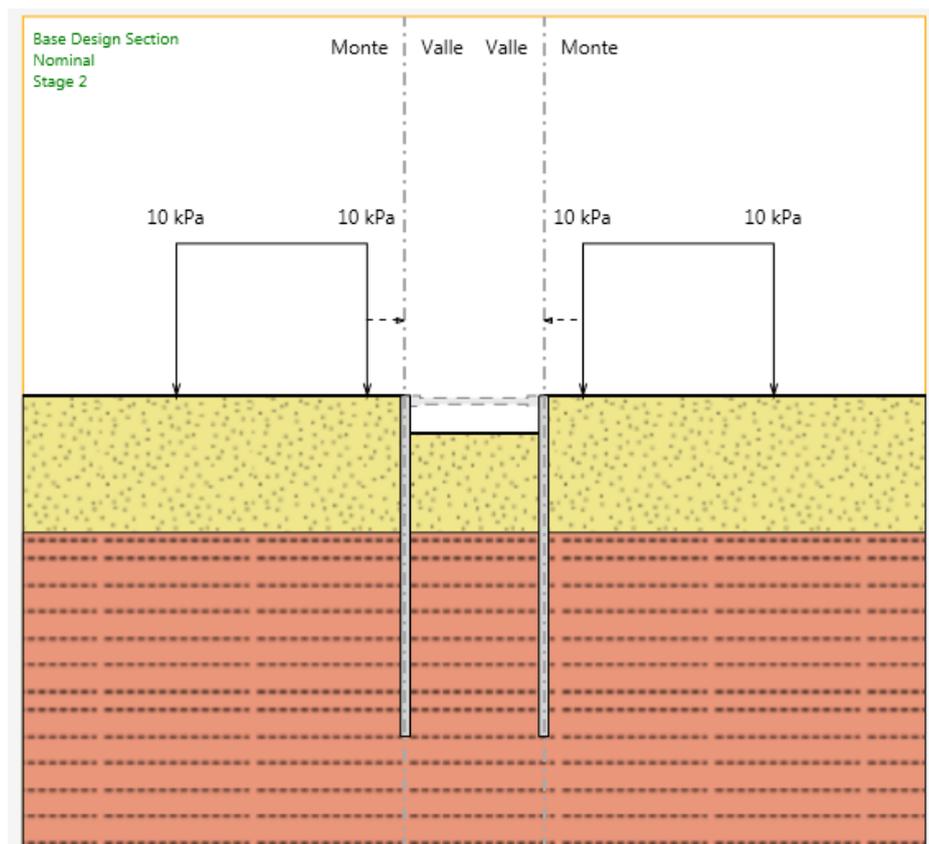


Figura 10 –Stage 2: scavo -1,00 m

| | | | | | | |
|--|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A | FOGLIO 30 di 93 |

FASE 3 – INSTALLAZIONE PUNTONE

Paratia: Palo $\varnothing 250\text{mm}$, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m;

Puntoni: Tubolare $\varnothing 139.7$, spessore 8 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -1,00 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

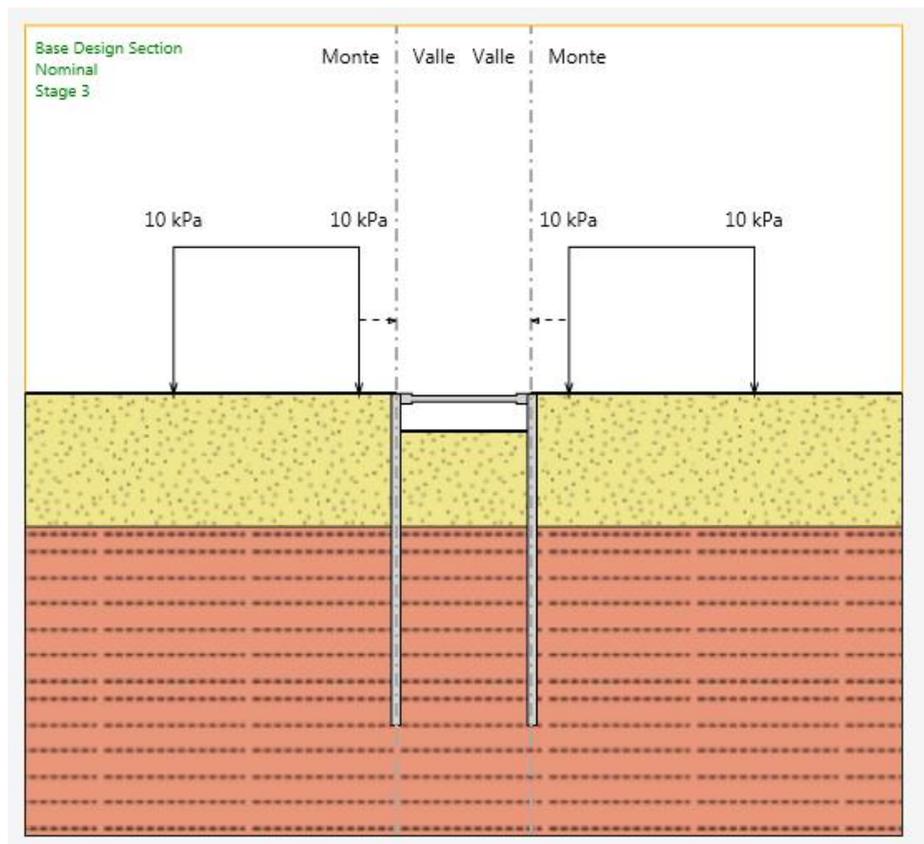


Figura 11 –Stage 3: installazione puntone

FASE 4 – SCAVO -3,00 m

Paratia: Palo $\varnothing 250$ mm, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m;

Puntoni: Tubolare $\varnothing 139.7$, spessore 8 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -3,00 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

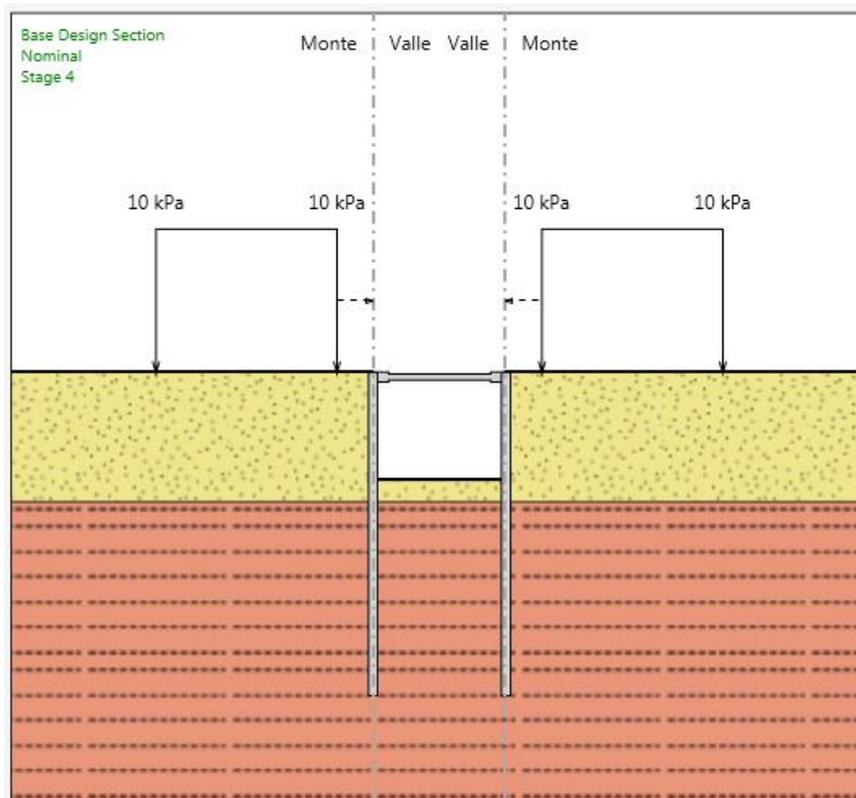


Figura 12 –Stage 4: scavo -3,00 m

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

FASE 5 – SCAVO -4.15 m

Paratia: Palo $\varnothing 250\text{mm}$, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m;

Puntoni: Tubolare $\varnothing 139.7$, spessore 8 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -4.15 m

Sovraccarico: 10kPa variabile

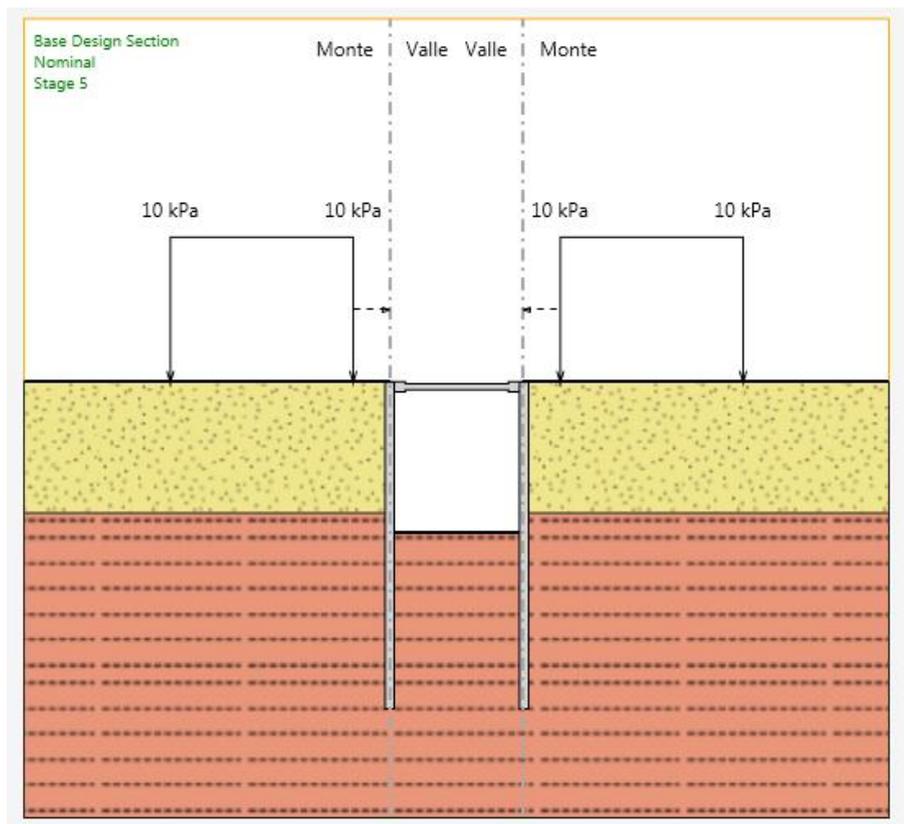


Figura 13 – Stage 5: scavo -4.15 m

FASE 6 – SOVRASCAVO

Paratia: Palo $\varnothing 250\text{mm}$, tubolare $\varnothing 168.3$, spessore 8 mm, lunghezza 9 m, passo 0.4 m;

Puntoni: Tubolare $\varnothing 139.7$, spessore 8 mm, passo 2 m.

Quota terreno lato esterno: 0 m

Quota terreno lato interno: -4.6 m (v. capitolo 6.1.2.1)

Sovraccarico: 10kPa variabile

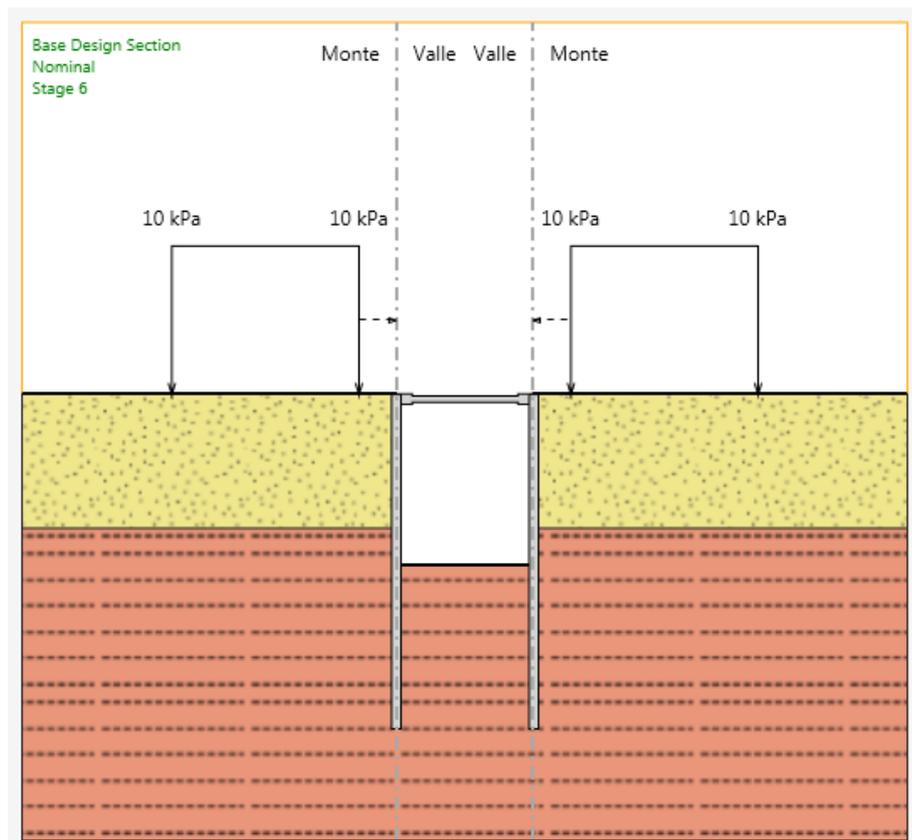


Figura 14 – Stage 6: sovrascavo

| | | | | | | |
|---|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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;">IN1900 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">35 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 35 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 35 di 93 | | | | | | | | |

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 puntone.

10. RISULTATI

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.

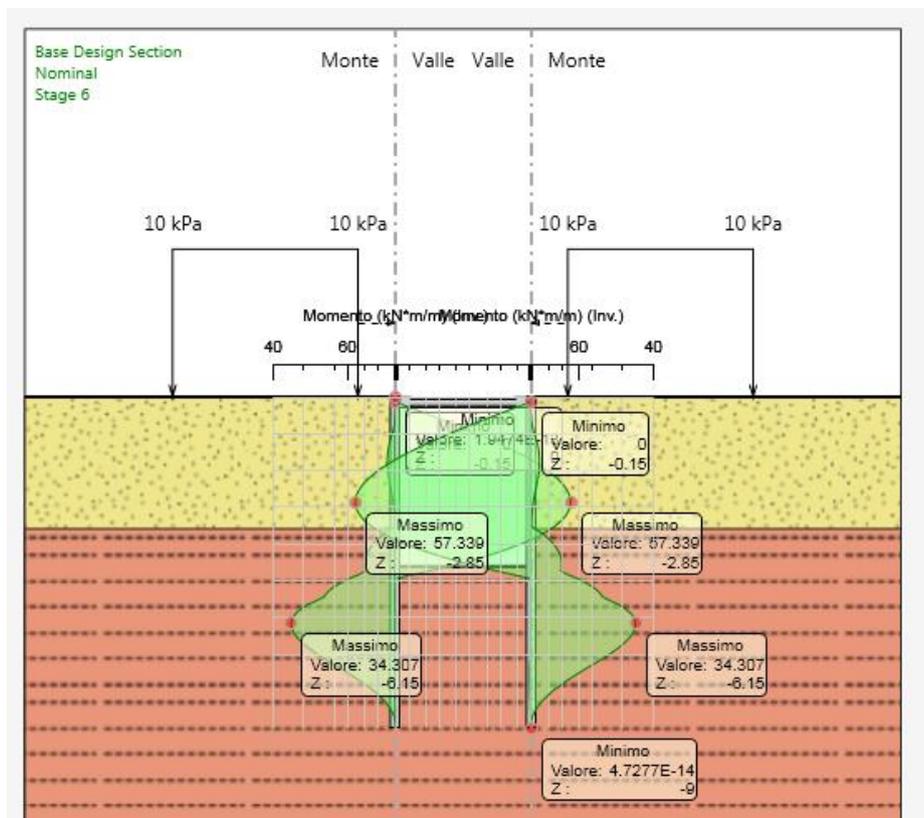


Figura 15 - Momento flettente massimo SLU ($M_{max}=57 \text{ kNm/m}$)

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.

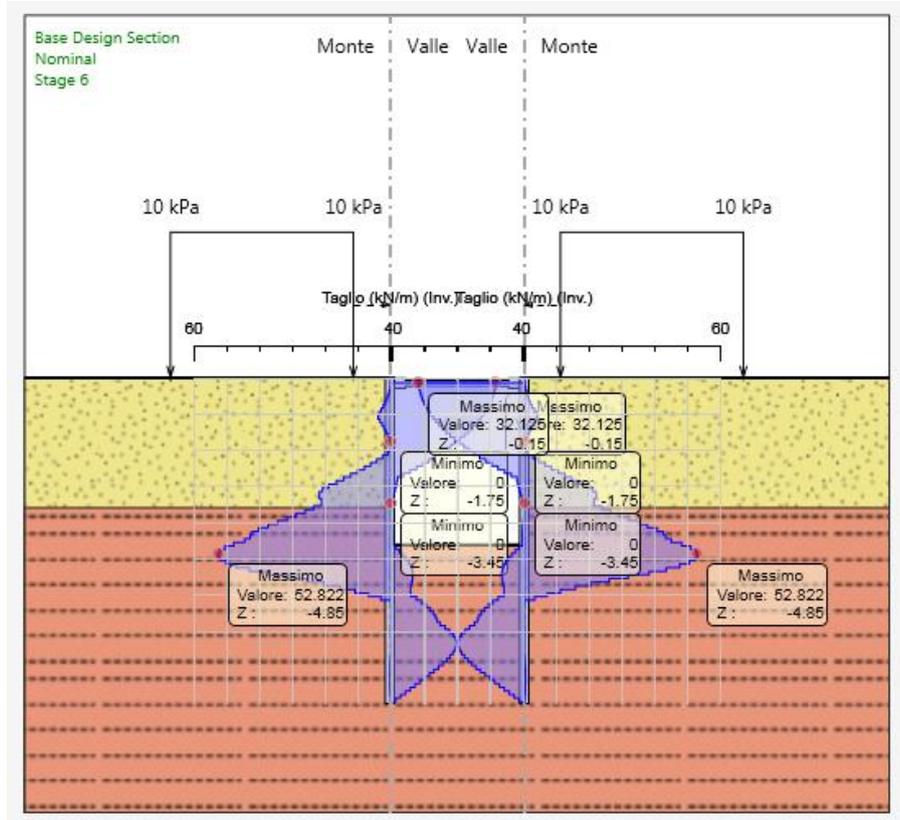


Figura 16 – Azione di taglio massimo SLU ($T_{max}=53 \text{ kN/m}$)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nella figura che segue si illustra lo spostamento massimo calcolato allo Stato Limite di Esercizio, pari a 11.5 mm e inferiore al limite $H_{scavo}/200$, pari a 23 mm nel caso in esame.

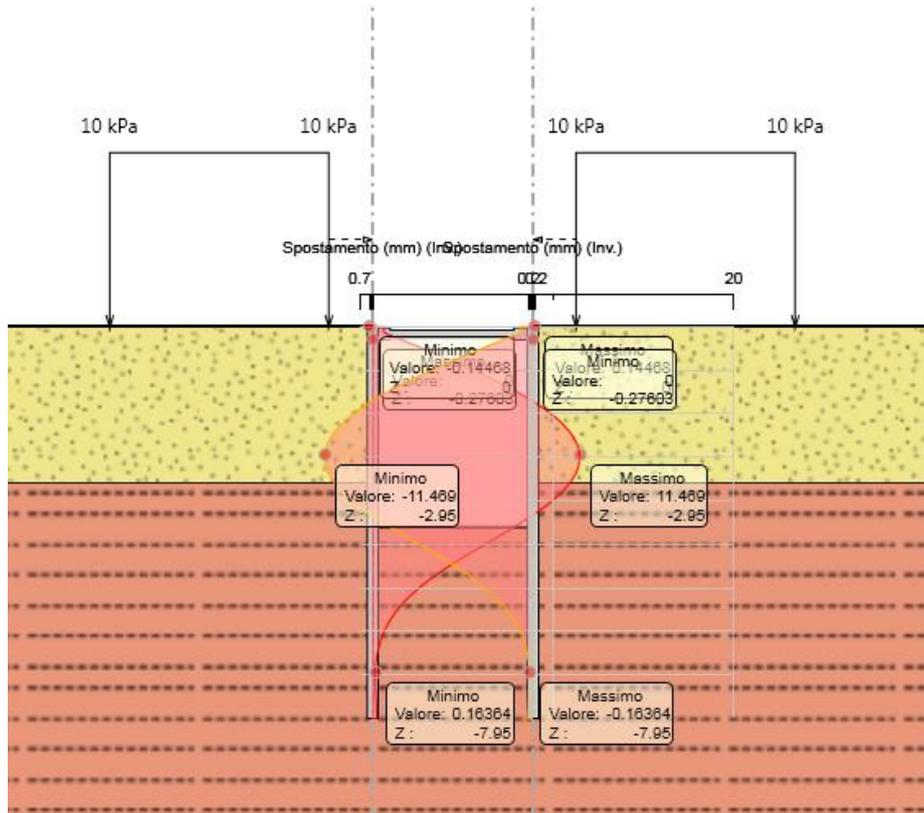


Figura 17 – Sezione A: Spostamento massimo SLE (11.5 mm)

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

La spinta passiva massima mobilitata nella combinazione A2+M2+R2 risulta inferiore all'unità, raggiungendo un valore massimo pari al 40%.

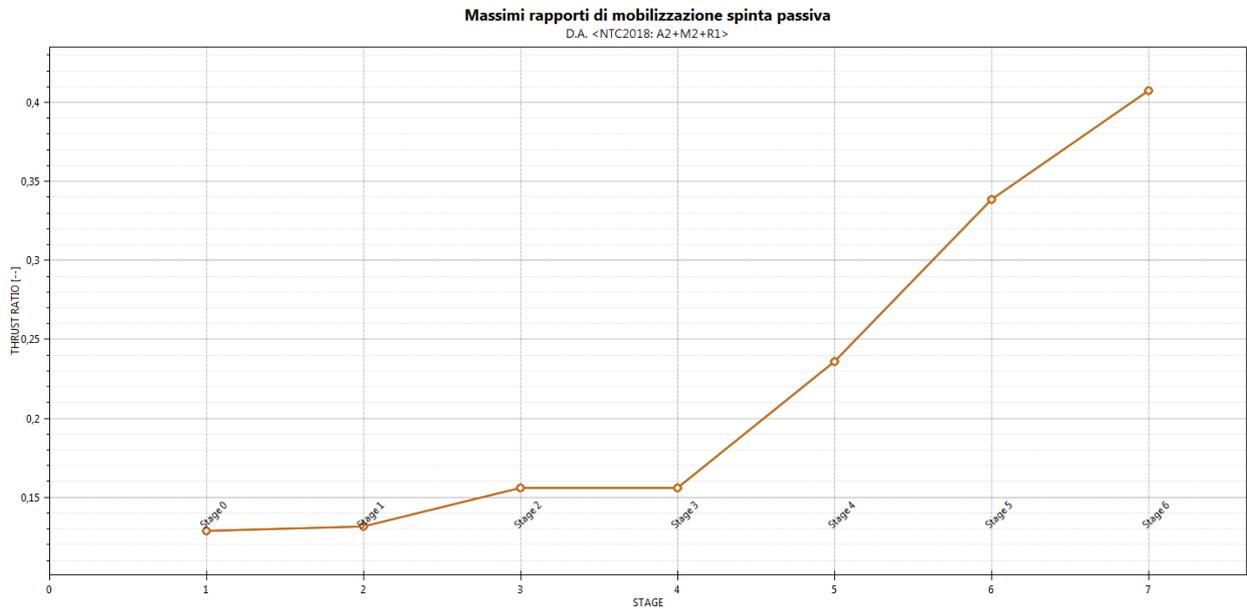


Figura 18 - Involuppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)

INVILUPPO AZIONI SUL PUNTO

Nelle figure che seguono si illustra la reazione di compressione massima agente sul vincolo elastico (punto) calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo A1+M1+R1 e agli SLE.

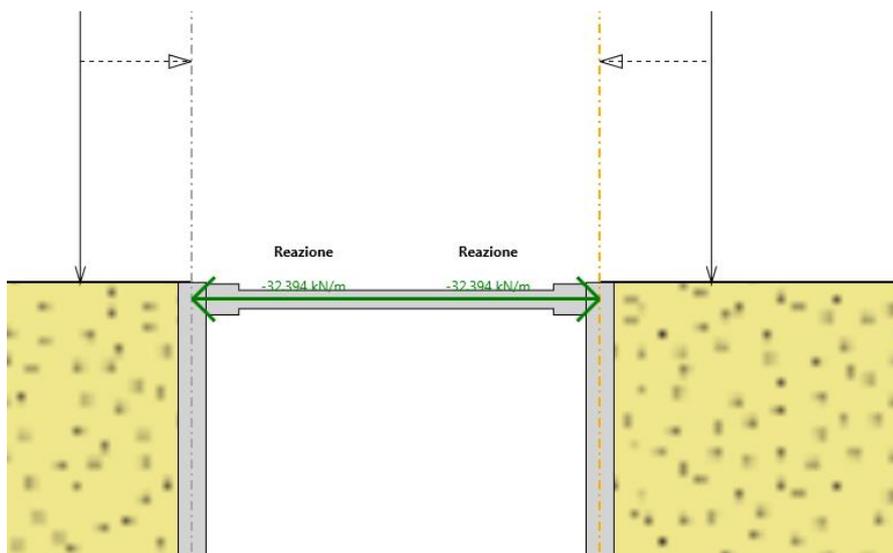


Figura 19 – Azione di taglio massimo SLU ($T_{max}=32.4$ kN/m)

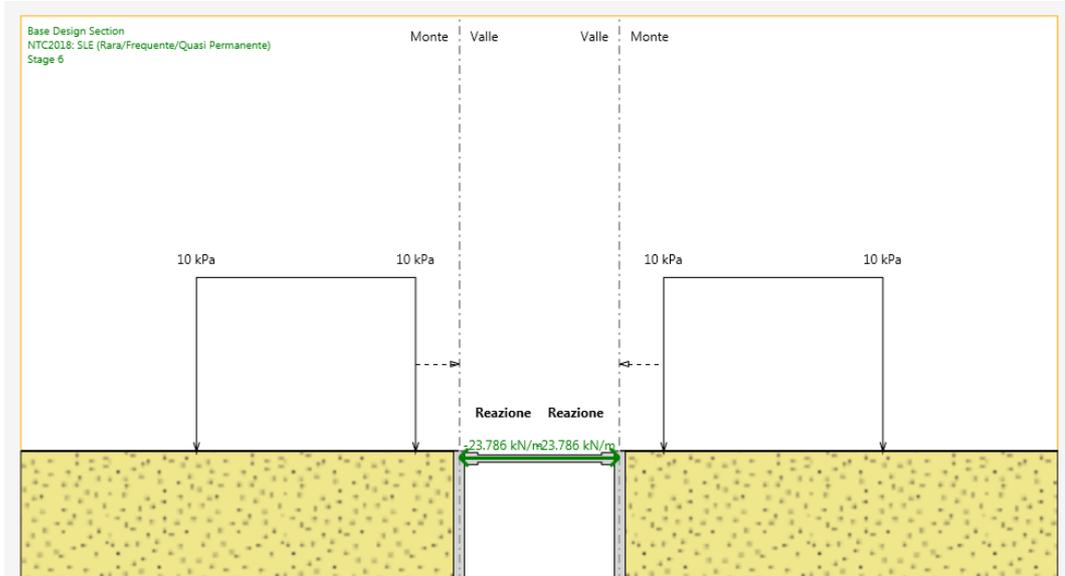


Figura 20 – Azione di taglio massimo SLE ($T_{max}=23.8 \text{ kN/m}$)

|  | <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>41 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 41 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 41 di 93 | | | | | | | | |

11. VERIFICHE

11.1 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 **Error! Reference source not found.** sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE.

11.2 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.

11.2.1 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 involucri A1+M1+R1 di sfruttamento a momento flettente e taglio che soddisfano la verifica, presentando un valore inferiore all'unità:

- Sfruttamento momento SLU: 0,42;
- Sfruttamento taglio SLU: 0,05.

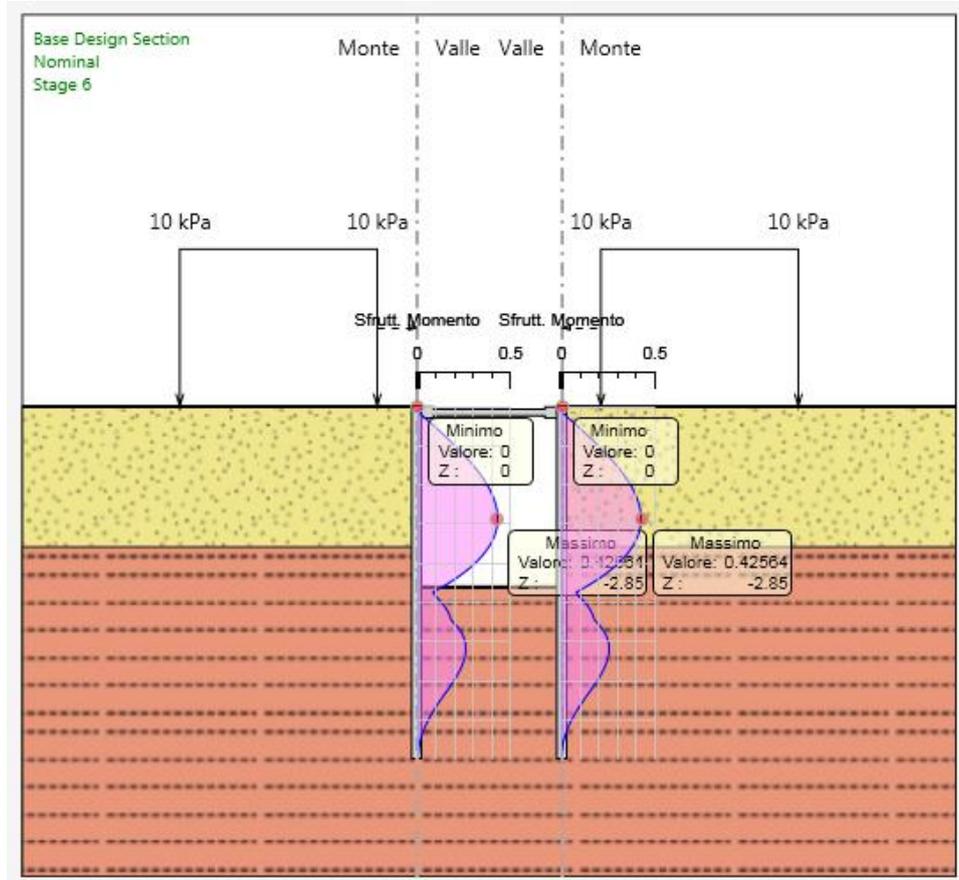


Figura 21 –Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a flessione (SLU)

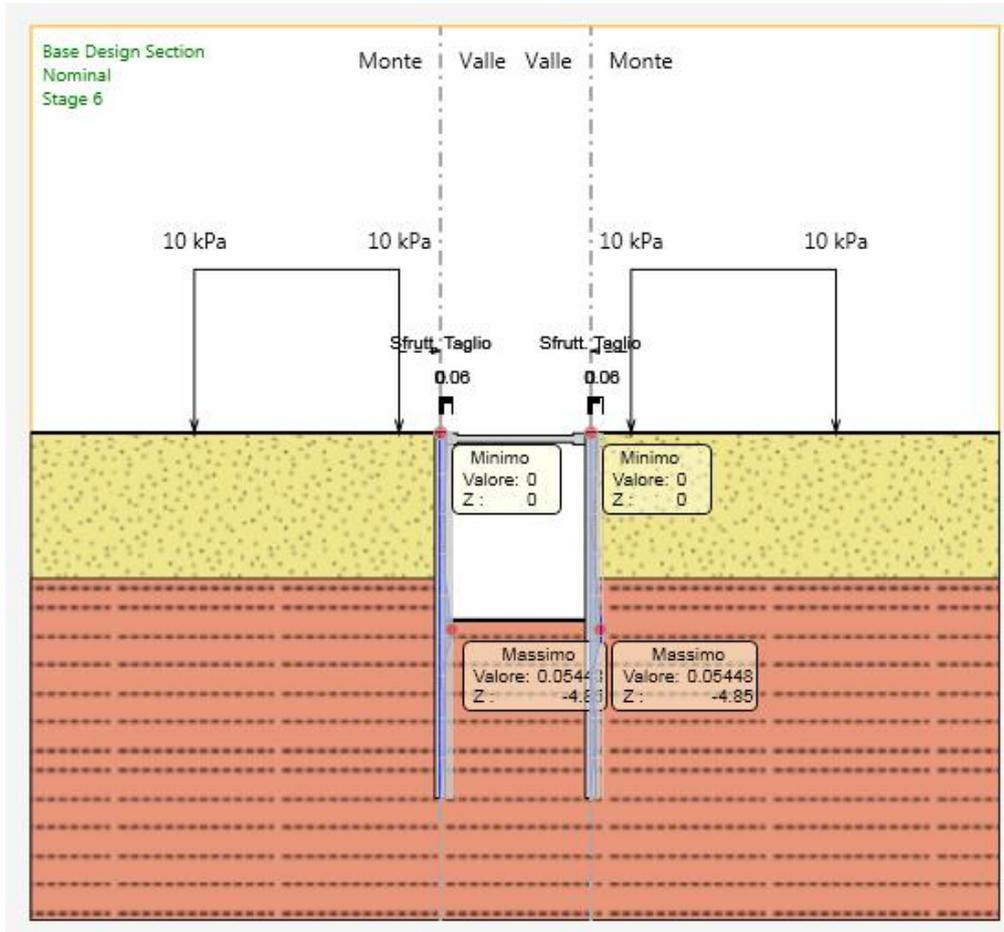


Figura 22 –Inviluppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a taglio (SLU)

| | | | | | | |
|--|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR 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 | | | | | |
| | IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali | COMMESSA NR1J | LOTTO 01 D 29 | CODIFICA CL | DOCUMENTO IN1900 002 | REV. A |

11.2.1.1 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 8 mm risulta una scelta cautelativa.

La massima azione assiale è di 32.4 kN/m; considerando un interasse di 2 m si ha una sollecitazione di 65 kN su ogni puntone.

Con riferimento alla verifica di stabilità delle aste compresse in acciaio, nella tabella seguente è riportato il tasso di sfruttamento rispetto allo sforzo normale critico, pari ad un valore massimo di 0.102.

Design Assumption:

| Tiranti | | Puntoni | | 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 | Custom Pile:0.1397 | S275 | 2 | 3.655 | NTC2018: A1+M1+ | Stage 3 | -0.00032275 | -0.0006455 | 0 | 0.002 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397 | S275 | 2 | 3.655 | NTC2018: A1+M1+ | Stage 4 | -16.163 | -32.326 | 0.037 | 0.002 | 0.051 |
| Strut | Custom Pile:0.1397 | S275 | 2 | 3.655 | NTC2018: A1+M1+ | Stage 5 | -27.157 | -54.314 | 0.063 | 0.002 | 0.086 |
| Strut | Custom Pile:0.1397 | S275 | 2 | 3.655 | NTC2018: A1+M1+ | Stage 6 | -32.394 | -64.788 | 0.075 | 0.002 | 0.102 |

Figura 23 – Verifica puntone – combinazione SLU

11.2.1.2 Trave di coronamento

Il calcolo delle azioni agenti sul cordolo in calcestruzzo, di sezione 0,50 x 0,50m, è stato effettuato in considerazione dei risultati illustrati in corrispondenza del vincolo ($q=T=32.4$ kN/m) e nell'ipotesi di trave semplicemente appoggiata (luce=interasse=2 m), le azioni risultanti sono:

$$M_{\max,SLU} = q l^2 / 8 = 16 \text{ kNm}$$

$$T_{\max,SLU} = q l / 2 = 32 \text{ kN.}$$

$$M_{\max,SLE} = q l^2 / 8 = 12 \text{ kNm}$$

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.



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

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE**

**IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 45 di 93 |

Armatura longitudinale: n.4 + 4 Ø10

Staffe: n.2 bracci, Ø10/20 cm

L'incidenza del cordolo in c.a. è di 60 kg/m³.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: cordolo 50x50

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

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 |
| | Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.000 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.000 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.250 MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm | |

| | | |
|-----------|------------------------------------|------------------|
| 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 |
| | Coeff. Aderenza istant. β1*β2: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito β1*β2: | 0.50 |
| | Comb.Rare - Sf Limite: | 360.00 MPa |

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 | Mx | Vy | MT |
|---------|---|-------|-------|------|
| 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 | 16.00 | 32.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | N | Mx |
|---------|--|-------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) | |
| Mx | Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | |
| N°Comb. | N | Mx |
| 1 | 0.00 | 12.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | N | Mx |
|---------|--|---------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) | |
| Mx | Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | |
| N°Comb. | N | Mx |
| 1 | 0.00 | 12.00 (56.29) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | N | Mx |
|---------|--|---------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) | |
| Mx | Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | |
| N°Comb. | N | Mx |
| 1 | 0.00 | 12.00 (56.29) |

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 | 16.00 | 0.01 | 57.07 | 3.567 | 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 | 32.00 | 83.75 | 677.04 | 117.55 | 50.0 42.5 | 1.000 | 1.000 | 2.1 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa] |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sc min | Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa] |
| Yc min | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa] |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 1.49 | 50.0 | 0.00 | 42.0 | -96.1 | 42.5 | 14.0 | 700 | 3.1 | 11.7 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|---------|---|
| Ver | Esito verifica |
| e1 | Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| e2 | Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| K2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC |
| Kt | fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2 |
| e sm | Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es |
| srm | Distanza massima in mm tra le fessure |
| wk | Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite. |
| M fess. | Momento di prima fessurazione [kNm] |

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|----------------|---------|
| 1 | S | -0.00058 | 0.00011 | 0.50 | 0.60 | 0.000288 (0.000288) | 617 | 0.178 (990.00) | 56.29 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 1.49 | 50.0 | 0.00 | 42.0 | -96.1 | 42.5 | 14.0 | 700 | 3.1 | 11.7 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00058 | 0.00011 | 0.50 | 0.60 | 0.000288 (0.000288) | 617 | 0.178 (0.20) | 56.29 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 1.49 | 50.0 | 0.00 | 42.0 | -96.1 | 42.5 | 14.0 | 700 | 3.1 | 11.7 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00058 | 0.00011 | 0.50 | 0.40 | 0.000288 (0.000288) | 617 | 0.178 (0.20) | 56.29 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 49 di 93 |

ALLEGATI

|  ITALFERR 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 | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>50 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 50 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 50 di 93 | | | | | | | | |

Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>52 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 52 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 52 di 93 | | | | | | | | |

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropali

Area equivalente : 0.0173894205578504 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C20/25

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Muro di destra

Sezione : Micropali

Area equivalente : 0.0173894205578504 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C20/25

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS168.3*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 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

IN19 -Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 53 di 93 |

Diametro : 0.1683 m

Fasi di Calcolo

Stage 0

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 : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 m

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 : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 56 di 93 |

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-1 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 58 di 93 |

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-1 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 60 di 93 |

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 3.655 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 3.655 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-3 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 62 di 93 |

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 3.655 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 3.655 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>63 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 63 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 63 di 93 | | | | | | | | |

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.15 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.15 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4.15 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 64 di 93 |

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 3.655 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 3.655 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

|  | INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA RETE FERROVIARIA REGIONALE – AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CESANO-VIGNA DI VALLE RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 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>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>65 di 93</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 65 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 65 di 93 | | | | | | | | |

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.6 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-4.6 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -23 m

Falda di destra : -23 m

Falda centrale-sinistra : -23 m

Falda centrale-destra : -23 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 : 4.655 m

X finale : 9.655 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Paratia : WallElement_New

X : 3.655 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : Micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 3.655 m

Z : -0.15 m

Lunghezza : 3.655 m

Angolo : 0 °

Sezione : Puntone

Descrizione Coefficienti Design Assumption

| Nome | Carichi Sfavorevoli (F_dead_loa d_unfavour) | Carichi 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 Destabili (F_HYD_ Gdstab) | Carichi Stabilizzanti (F_HYD_ QDStab) | Carichi 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_cohes) | 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



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 68 di 93 |

| Design Assumption | Stage 0 | Stage 1 | Stage 2 | Stage 3 | Stage 4 | Stage 5 | Stage 6 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) | | | | | | | |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | V | V | V | V | V | V | V |
| NTC2018: A2+M2+R1 | | | | | | | |

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 |
| -0.1 | 0 | 0 |
| -0.15 | 0.009 | 0 |
| -0.25 | 0.016 | 3.203 |
| -0.35 | 0.048 | 6.397 |
| -0.45 | 0.105 | 9.566 |
| -0.55 | 0.195 | 12.702 |
| -0.65 | 0.327 | 15.797 |
| -0.75 | 0.506 | 18.843 |
| -0.85 | 0.743 | 21.833 |
| -0.95 | 1.044 | 24.758 |
| -1.05 | 1.417 | 27.611 |
| -1.15 | 1.82 | 30.383 |
| -1.25 | 2.162 | 33.067 |
| -1.35 | 2.44 | 35.655 |
| -1.45 | 2.656 | 38.138 |
| -1.55 | 2.812 | 40.509 |
| -1.65 | 2.908 | 42.759 |
| -1.75 | 2.948 | 44.879 |
| -1.85 | 2.933 | 46.861 |
| -1.95 | 2.867 | 48.697 |
| -2.05 | 2.751 | 50.38 |
| -2.15 | 2.587 | 51.9 |
| -2.25 | 2.389 | 53.25 |
| -2.35 | 2.167 | 54.422 |
| -2.45 | 1.932 | 55.408 |
| -2.55 | 1.692 | 56.2 |
| -2.65 | 1.455 | 56.792 |
| -2.75 | 1.228 | 57.174 |
| -2.85 | 1.017 | 57.339 |
| -2.95 | 0.827 | 57.279 |
| -3.05 | 0.662 | 56.988 |
| -3.15 | 0.528 | 56.457 |
| -3.25 | 0.428 | 55.678 |
| -3.35 | 0.365 | 54.645 |
| -3.45 | 0.344 | 53.349 |
| -3.55 | 0.442 | 51.783 |
| -3.65 | 2.44 | 49.94 |
| -3.75 | 4.17 | 47.834 |
| -3.85 | 5.65 | 45.457 |
| -3.95 | 6.894 | 42.803 |
| -4.05 | 7.918 | 39.865 |
| -4.15 | 8.737 | 36.634 |
| -4.25 | 9.364 | 33.104 |
| -4.35 | 9.813 | 29.267 |
| -4.45 | 10.095 | 25.116 |
| -4.55 | 10.221 | 20.644 |
| -4.65 | 10.201 | 15.844 |
| -4.75 | 10.052 | 10.769 |
| -4.85 | 12.388 | 5.533 |
| -4.95 | 15.336 | 0.251 |
| -5.05 | 17.812 | 0 |

| Selected Design Assumptions | Inviluppi: Momento | Muro: WallElement |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Z (m) | Lato sinistro (kN*m/m) | Lato destro (kN*m/m) |
| -5.15 | 19.85 | 0 |
| -5.25 | 21.485 | 0 |
| -5.35 | 22.749 | 0 |
| -5.45 | 23.671 | 0.007 |
| -5.55 | 26.026 | 0.02 |
| -5.65 | 28.609 | 0.03 |
| -5.75 | 30.654 | 0.038 |
| -5.85 | 32.206 | 0.043 |
| -5.95 | 33.306 | 0.046 |
| -6.05 | 33.994 | 0.047 |
| -6.15 | 34.307 | 0.045 |
| -6.25 | 34.278 | 0.043 |
| -6.35 | 33.937 | 0.039 |
| -6.45 | 33.312 | 0.035 |
| -6.55 | 32.43 | 0.031 |
| -6.65 | 31.311 | 0.026 |
| -6.75 | 29.983 | 0.022 |
| -6.85 | 28.476 | 0.017 |
| -6.95 | 26.816 | 0.013 |
| -7.05 | 25.026 | 0.054 |
| -7.15 | 23.125 | 0.147 |
| -7.25 | 21.145 | 0.216 |
| -7.35 | 19.133 | 0.264 |
| -7.45 | 17.128 | 0.294 |
| -7.55 | 15.162 | 0.309 |
| -7.65 | 13.261 | 0.311 |
| -7.75 | 11.448 | 0.302 |
| -7.85 | 9.739 | 0.285 |
| -7.95 | 8.149 | 0.261 |
| -8.05 | 6.688 | 0.233 |
| -8.15 | 5.362 | 0.201 |
| -8.25 | 4.178 | 0.168 |
| -8.35 | 3.138 | 0.134 |
| -8.45 | 2.246 | 0.102 |
| -8.55 | 1.503 | 0.072 |
| -8.65 | 0.908 | 0.046 |
| -8.75 | 0.463 | 0.025 |
| -8.85 | 0.167 | 0.009 |
| -8.95 | 0.018 | 0.001 |
| -9 | 0 | 0 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 71 di 93 |

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 |
| -0.1 | 0 | 0 |
| -0.15 | 0 | 0.009 |
| -0.25 | 3.203 | 0.016 |
| -0.35 | 6.397 | 0.048 |
| -0.45 | 9.566 | 0.105 |
| -0.55 | 12.702 | 0.195 |
| -0.65 | 15.797 | 0.327 |
| -0.75 | 18.843 | 0.506 |
| -0.85 | 21.833 | 0.743 |
| -0.95 | 24.758 | 1.044 |
| -1.05 | 27.611 | 1.417 |
| -1.15 | 30.383 | 1.82 |
| -1.25 | 33.067 | 2.162 |
| -1.35 | 35.655 | 2.44 |
| -1.45 | 38.138 | 2.656 |
| -1.55 | 40.509 | 2.812 |
| -1.65 | 42.759 | 2.908 |
| -1.75 | 44.879 | 2.948 |
| -1.85 | 46.861 | 2.933 |
| -1.95 | 48.697 | 2.867 |
| -2.05 | 50.38 | 2.751 |
| -2.15 | 51.9 | 2.587 |
| -2.25 | 53.25 | 2.389 |
| -2.35 | 54.422 | 2.167 |
| -2.45 | 55.408 | 1.932 |
| -2.55 | 56.2 | 1.692 |
| -2.65 | 56.792 | 1.455 |
| -2.75 | 57.174 | 1.228 |
| -2.85 | 57.339 | 1.017 |
| -2.95 | 57.279 | 0.827 |
| -3.05 | 56.988 | 0.662 |
| -3.15 | 56.457 | 0.528 |
| -3.25 | 55.678 | 0.428 |
| -3.35 | 54.645 | 0.365 |
| -3.45 | 53.349 | 0.344 |
| -3.55 | 51.783 | 0.442 |
| -3.65 | 49.94 | 2.44 |
| -3.75 | 47.834 | 4.17 |
| -3.85 | 45.457 | 5.65 |
| -3.95 | 42.803 | 6.894 |
| -4.05 | 39.865 | 7.918 |
| -4.15 | 36.634 | 8.737 |
| -4.25 | 33.104 | 9.364 |
| -4.35 | 29.267 | 9.813 |
| -4.45 | 25.116 | 10.095 |
| -4.55 | 20.644 | 10.221 |
| -4.65 | 15.844 | 10.201 |
| -4.75 | 10.769 | 10.052 |
| -4.85 | 5.533 | 12.388 |
| -4.95 | 0.251 | 15.336 |
| -5.05 | 0 | 17.812 |
| -5.15 | 0 | 19.85 |
| -5.25 | 0 | 21.485 |
| -5.35 | 0 | 22.749 |
| -5.45 | 0.007 | 23.671 |

Selected Design Assumptions Involuppi: Momento Muro: WallElement_New

| Z (m) | Lato sinistro (kN*m/m) | Lato destro (kN*m/m) |
|-------|------------------------|----------------------|
| -5.55 | 0.02 | 26.026 |
| -5.65 | 0.03 | 28.609 |
| -5.75 | 0.038 | 30.654 |
| -5.85 | 0.043 | 32.206 |
| -5.95 | 0.046 | 33.306 |
| -6.05 | 0.047 | 33.994 |
| -6.15 | 0.045 | 34.307 |
| -6.25 | 0.043 | 34.278 |
| -6.35 | 0.039 | 33.937 |
| -6.45 | 0.035 | 33.312 |
| -6.55 | 0.031 | 32.43 |
| -6.65 | 0.026 | 31.311 |
| -6.75 | 0.022 | 29.983 |
| -6.85 | 0.017 | 28.476 |
| -6.95 | 0.013 | 26.816 |
| -7.05 | 0.054 | 25.026 |
| -7.15 | 0.147 | 23.125 |
| -7.25 | 0.216 | 21.145 |
| -7.35 | 0.264 | 19.133 |
| -7.45 | 0.294 | 17.128 |
| -7.55 | 0.309 | 15.162 |
| -7.65 | 0.311 | 13.261 |
| -7.75 | 0.302 | 11.448 |
| -7.85 | 0.285 | 9.739 |
| -7.95 | 0.261 | 8.149 |
| -8.05 | 0.233 | 6.688 |
| -8.15 | 0.201 | 5.362 |
| -8.25 | 0.168 | 4.178 |
| -8.35 | 0.134 | 3.138 |
| -8.45 | 0.102 | 2.246 |
| -8.55 | 0.072 | 1.503 |
| -8.65 | 0.046 | 0.908 |
| -8.75 | 0.025 | 0.463 |
| -8.85 | 0.009 | 0.167 |
| -8.95 | 0.001 | 0.018 |
| -9 | 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 | 0 |
| -0.1 | 0.188 | 0 |
| -0.15 | 0.188 | 32.125 |
| -0.25 | 0.317 | 32.125 |
| -0.35 | 0.572 | 31.944 |
| -0.45 | 0.904 | 31.688 |
| -0.55 | 1.312 | 31.357 |
| -0.65 | 1.798 | 30.948 |
| -0.75 | 2.364 | 30.462 |
| -0.85 | 3.008 | 29.897 |
| -0.95 | 3.733 | 29.252 |
| -1.05 | 4.036 | 28.528 |
| -1.15 | 4.036 | 27.724 |
| -1.25 | 3.416 | 26.84 |
| -1.35 | 2.782 | 25.877 |
| -1.45 | 2.159 | 24.835 |
| -1.55 | 1.554 | 23.708 |
| -1.65 | 0.969 | 22.497 |
| -1.75 | 0.4 | 21.201 |
| -1.85 | 0 | 19.823 |
| -1.95 | 0 | 18.363 |
| -2.05 | 0.927 | 16.822 |
| -2.15 | 2.628 | 15.201 |
| -2.25 | 4.407 | 13.5 |
| -2.35 | 6.266 | 11.72 |
| -2.45 | 8.202 | 9.862 |
| -2.55 | 10.216 | 7.925 |
| -2.65 | 12.308 | 5.911 |
| -2.75 | 14.476 | 3.82 |
| -2.85 | 16.721 | 2.113 |
| -2.95 | 19.042 | 1.902 |
| -3.05 | 20.938 | 1.644 |
| -3.15 | 21.909 | 1.342 |
| -3.25 | 21.952 | 1.002 |
| -3.35 | 21.952 | 0.626 |
| -3.45 | 21.257 | 0.216 |
| -3.55 | 23.628 | 0 |
| -3.65 | 26.258 | 0 |
| -3.75 | 28.96 | 0 |
| -3.85 | 31.735 | 0.064 |
| -3.95 | 34.583 | 0.21 |
| -4.05 | 37.504 | 0.314 |
| -4.15 | 40.498 | 0.383 |
| -4.25 | 42.35 | 0.423 |
| -4.35 | 43.06 | 0.44 |
| -4.45 | 44.719 | 0.44 |
| -4.55 | 48.002 | 0.439 |
| -4.65 | 50.751 | 1.494 |
| -4.75 | 52.357 | 2.659 |
| -4.85 | 52.822 | 3.709 |
| -4.95 | 52.822 | 4.662 |
| -5.05 | 52.144 | 5.534 |
| -5.15 | 50.323 | 6.152 |
| -5.25 | 47.361 | 6.531 |
| -5.35 | 43.256 | 6.707 |
| -5.45 | 38.009 | 6.716 |

| Selected Design Assumptions | Inviluppi: Taglio | Muro: WallElement |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| Z (m) | Lato sinistro (kN/m) | Lato destro (kN/m) |
| -5.55 | 31.675 | 6.716 |
| -5.65 | 25.829 | 6.588 |
| -5.75 | 20.451 | 6.352 |
| -5.85 | 15.518 | 6.032 |
| -5.95 | 11.004 | 6.069 |
| -6.05 | 6.884 | 7.86 |
| -6.15 | 3.127 | 9.415 |
| -6.25 | 0.035 | 10.765 |
| -6.35 | 0.042 | 11.939 |
| -6.45 | 0.045 | 12.966 |
| -6.55 | 0.046 | 13.746 |
| -6.65 | 0.046 | 14.147 |
| -6.75 | 0.045 | 15.07 |
| -6.85 | 0.043 | 16.598 |
| -6.95 | 0.04 | 17.901 |
| -7.05 | 0.036 | 19.012 |
| -7.15 | 0.031 | 19.796 |
| -7.25 | 0.027 | 20.119 |
| -7.35 | 0.023 | 20.119 |
| -7.45 | 0.018 | 20.054 |
| -7.55 | 0.014 | 19.664 |
| -7.65 | 0.087 | 19.006 |
| -7.75 | 0.173 | 18.131 |
| -7.85 | 0.238 | 17.084 |
| -7.95 | 0.286 | 15.902 |
| -8.05 | 0.317 | 14.617 |
| -8.15 | 0.333 | 13.257 |
| -8.25 | 0.335 | 11.843 |
| -8.35 | 0.335 | 10.393 |
| -8.45 | 0.323 | 8.92 |
| -8.55 | 0.298 | 7.435 |
| -8.65 | 0.261 | 5.944 |
| -8.75 | 0.213 | 4.454 |
| -8.85 | 0.153 | 2.965 |
| -8.95 | 0.083 | 1.48 |
| -9 | 0.022 | 0.37 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 75 di 93 |

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 |
| -0.1 | 0 | 0.188 |
| -0.15 | 32.125 | 0.188 |
| -0.25 | 32.125 | 0.317 |
| -0.35 | 31.944 | 0.572 |
| -0.45 | 31.688 | 0.904 |
| -0.55 | 31.357 | 1.312 |
| -0.65 | 30.948 | 1.798 |
| -0.75 | 30.462 | 2.364 |
| -0.85 | 29.897 | 3.008 |
| -0.95 | 29.252 | 3.733 |
| -1.05 | 28.528 | 4.036 |
| -1.15 | 27.724 | 4.036 |
| -1.25 | 26.84 | 3.416 |
| -1.35 | 25.877 | 2.782 |
| -1.45 | 24.835 | 2.159 |
| -1.55 | 23.708 | 1.554 |
| -1.65 | 22.497 | 0.969 |
| -1.75 | 21.201 | 0.4 |
| -1.85 | 19.823 | 0 |
| -1.95 | 18.363 | 0 |
| -2.05 | 16.822 | 0.927 |
| -2.15 | 15.201 | 2.628 |
| -2.25 | 13.5 | 4.407 |
| -2.35 | 11.72 | 6.266 |
| -2.45 | 9.862 | 8.202 |
| -2.55 | 7.925 | 10.216 |
| -2.65 | 5.911 | 12.308 |
| -2.75 | 3.82 | 14.476 |
| -2.85 | 2.113 | 16.721 |
| -2.95 | 1.902 | 19.042 |
| -3.05 | 1.644 | 20.938 |
| -3.15 | 1.342 | 21.909 |
| -3.25 | 1.002 | 21.952 |
| -3.35 | 0.626 | 21.952 |
| -3.45 | 0.216 | 21.257 |
| -3.55 | 0 | 23.628 |
| -3.65 | 0 | 26.258 |
| -3.75 | 0 | 28.96 |
| -3.85 | 0.064 | 31.735 |
| -3.95 | 0.21 | 34.583 |
| -4.05 | 0.314 | 37.504 |
| -4.15 | 0.383 | 40.498 |
| -4.25 | 0.423 | 42.35 |
| -4.35 | 0.44 | 43.06 |
| -4.45 | 0.44 | 44.719 |
| -4.55 | 0.439 | 48.002 |
| -4.65 | 1.494 | 50.751 |
| -4.75 | 2.659 | 52.357 |
| -4.85 | 3.709 | 52.822 |
| -4.95 | 4.662 | 52.822 |
| -5.05 | 5.534 | 52.144 |
| -5.15 | 6.152 | 50.323 |
| -5.25 | 6.531 | 47.361 |
| -5.35 | 6.707 | 43.256 |
| -5.45 | 6.716 | 38.009 |

Selected Design Assumptions Involuppi: Taglio Muro: WallElement_New

| Z (m) | Lato sinistro (kN/m) | Lato destro (kN/m) |
|-------|----------------------|--------------------|
| -5.55 | 6.716 | 31.675 |
| -5.65 | 6.588 | 25.829 |
| -5.75 | 6.352 | 20.451 |
| -5.85 | 6.032 | 15.518 |
| -5.95 | 6.069 | 11.004 |
| -6.05 | 7.86 | 6.884 |
| -6.15 | 9.415 | 3.127 |
| -6.25 | 10.765 | 0.035 |
| -6.35 | 11.939 | 0.042 |
| -6.45 | 12.966 | 0.045 |
| -6.55 | 13.746 | 0.046 |
| -6.65 | 14.147 | 0.046 |
| -6.75 | 15.07 | 0.045 |
| -6.85 | 16.598 | 0.043 |
| -6.95 | 17.901 | 0.04 |
| -7.05 | 19.012 | 0.036 |
| -7.15 | 19.796 | 0.031 |
| -7.25 | 20.119 | 0.027 |
| -7.35 | 20.119 | 0.023 |
| -7.45 | 20.054 | 0.018 |
| -7.55 | 19.664 | 0.014 |
| -7.65 | 19.006 | 0.087 |
| -7.75 | 18.131 | 0.173 |
| -7.85 | 17.084 | 0.238 |
| -7.95 | 15.902 | 0.286 |
| -8.05 | 14.617 | 0.317 |
| -8.15 | 13.257 | 0.333 |
| -8.25 | 11.843 | 0.335 |
| -8.35 | 10.393 | 0.335 |
| -8.45 | 8.92 | 0.323 |
| -8.55 | 7.435 | 0.298 |
| -8.65 | 5.944 | 0.261 |
| -8.75 | 4.454 | 0.213 |
| -8.85 | 2.965 | 0.153 |
| -8.95 | 1.48 | 0.083 |
| -9 | 0.37 | 0.022 |



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

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 77 di 93 |

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 0 | Left Wall | LEFT | 9.15 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 6 | Left Wall | RIGHT | 24.99 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 6 | Right wall | LEFT | 24.99 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 0 | Right wall | RIGHT | 9.15 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 78 di 93 |

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 6 | Left Wall | LEFT | 110.83 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 0 | Left Wall | RIGHT | 152.6 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 0 | Right wall | LEFT | 152.6 |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 6 | Right wall | RIGHT | 110.83 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 79 di 93 |

Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

| Elemento strutturale | Design Assumption | Stage | Puntone kN/m |
|----------------------|------------------------------------|---------|-----------------|
| Strut | NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | Stage 6 | -32.39 |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 80 di 93 |

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 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|  <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>IN19 –Tombino idraulico al km 36+016 Relazione di calcolo delle opere provvisionali</p> | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN1900 002</td> <td>A</td> <td>81 di 93</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 81 di 93 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 81 di 93 | | | | | | | | |

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

| Design Assumption | Stage 0 | Stage 1 | Stage 2 | Stage 3 | Stage 4 | Stage 5 | Stage 6 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) | | | | | | | |
| NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) | V | V | V | V | V | V | V |
| NTC2018: A2+M2+R1 | | | | | | | |

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 | |
| -0.1 | 0 | |
| -0.15 | 0 | |
| -0.25 | 0.024 | |
| -0.35 | 0.047 | |
| -0.45 | 0.071 | |
| -0.55 | 0.094 | |
| -0.65 | 0.117 | |
| -0.75 | 0.14 | |
| -0.85 | 0.162 | |
| -0.95 | 0.184 | |
| -1.05 | 0.205 | |
| -1.15 | 0.226 | |
| -1.25 | 0.245 | |
| -1.35 | 0.265 | |
| -1.45 | 0.283 | |
| -1.55 | 0.301 | |
| -1.65 | 0.317 | |
| -1.75 | 0.333 | |
| -1.85 | 0.348 | |
| -1.95 | 0.361 | |
| -2.05 | 0.374 | |
| -2.15 | 0.385 | |
| -2.25 | 0.395 | |
| -2.35 | 0.404 | |
| -2.45 | 0.411 | |
| -2.55 | 0.417 | |
| -2.65 | 0.422 | |
| -2.75 | 0.424 | |
| -2.85 | 0.426 | |
| -2.95 | 0.425 | |
| -3.05 | 0.423 | |
| -3.15 | 0.419 | |
| -3.25 | 0.413 | |
| -3.35 | 0.406 | |
| -3.45 | 0.396 | |
| -3.55 | 0.384 | |
| -3.65 | 0.371 | |
| -3.75 | 0.355 | |
| -3.85 | 0.337 | |
| -3.95 | 0.318 | |
| -4.05 | 0.296 | |
| -4.15 | 0.272 | |
| -4.25 | 0.246 | |
| -4.35 | 0.217 | |
| -4.45 | 0.186 | |
| -4.55 | 0.153 | |
| -4.65 | 0.118 | |
| -4.75 | 0.08 | |
| -4.85 | 0.092 | |
| -4.95 | 0.114 | |
| -5.05 | 0.132 | |
| -5.15 | 0.147 | |

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

| Z (m) | Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld |
|-------|--|
| -5.25 | 0.159 |
| -5.35 | 0.169 |
| -5.45 | 0.176 |
| -5.55 | 0.193 |
| -5.65 | 0.212 |
| -5.75 | 0.228 |
| -5.85 | 0.239 |
| -5.95 | 0.247 |
| -6.05 | 0.252 |
| -6.15 | 0.255 |
| -6.25 | 0.254 |
| -6.35 | 0.252 |
| -6.45 | 0.247 |
| -6.55 | 0.241 |
| -6.65 | 0.232 |
| -6.75 | 0.223 |
| -6.85 | 0.211 |
| -6.95 | 0.199 |
| -7.05 | 0.186 |
| -7.15 | 0.172 |
| -7.25 | 0.157 |
| -7.35 | 0.142 |
| -7.45 | 0.127 |
| -7.55 | 0.113 |
| -7.65 | 0.098 |
| -7.75 | 0.085 |
| -7.85 | 0.072 |
| -7.95 | 0.06 |
| -8.05 | 0.05 |
| -8.15 | 0.04 |
| -8.25 | 0.031 |
| -8.35 | 0.023 |
| -8.45 | 0.017 |
| -8.55 | 0.011 |
| -8.65 | 0.007 |
| -8.75 | 0.003 |
| -8.85 | 0.001 |
| -8.95 | 0 |
| -9 | 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 |
| -0.1 | 0 |
| -0.15 | 0 |
| -0.25 | 0.024 |
| -0.35 | 0.047 |
| -0.45 | 0.071 |
| -0.55 | 0.094 |
| -0.65 | 0.117 |
| -0.75 | 0.14 |
| -0.85 | 0.162 |
| -0.95 | 0.184 |
| -1.05 | 0.205 |
| -1.15 | 0.226 |
| -1.25 | 0.245 |
| -1.35 | 0.265 |
| -1.45 | 0.283 |
| -1.55 | 0.301 |
| -1.65 | 0.317 |
| -1.75 | 0.333 |
| -1.85 | 0.348 |
| -1.95 | 0.361 |
| -2.05 | 0.374 |
| -2.15 | 0.385 |
| -2.25 | 0.395 |
| -2.35 | 0.404 |
| -2.45 | 0.411 |
| -2.55 | 0.417 |
| -2.65 | 0.422 |
| -2.75 | 0.424 |
| -2.85 | 0.426 |
| -2.95 | 0.425 |
| -3.05 | 0.423 |
| -3.15 | 0.419 |
| -3.25 | 0.413 |
| -3.35 | 0.406 |
| -3.45 | 0.396 |
| -3.55 | 0.384 |
| -3.65 | 0.371 |
| -3.75 | 0.355 |
| -3.85 | 0.337 |
| -3.95 | 0.318 |
| -4.05 | 0.296 |
| -4.15 | 0.272 |
| -4.25 | 0.246 |
| -4.35 | 0.217 |
| -4.45 | 0.186 |
| -4.55 | 0.153 |
| -4.65 | 0.118 |
| -4.75 | 0.08 |
| -4.85 | 0.092 |
| -4.95 | 0.114 |
| -5.05 | 0.132 |
| -5.15 | 0.147 |
| -5.25 | 0.159 |
| -5.35 | 0.169 |
| -5.45 | 0.176 |

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

RIGHT

| Z (m) | Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld |
|-------|--|
| -5.55 | 0.193 |
| -5.65 | 0.212 |
| -5.75 | 0.228 |
| -5.85 | 0.239 |
| -5.95 | 0.247 |
| -6.05 | 0.252 |
| -6.15 | 0.255 |
| -6.25 | 0.254 |
| -6.35 | 0.252 |
| -6.45 | 0.247 |
| -6.55 | 0.241 |
| -6.65 | 0.232 |
| -6.75 | 0.223 |
| -6.85 | 0.211 |
| -6.95 | 0.199 |
| -7.05 | 0.186 |
| -7.15 | 0.172 |
| -7.25 | 0.157 |
| -7.35 | 0.142 |
| -7.45 | 0.127 |
| -7.55 | 0.113 |
| -7.65 | 0.098 |
| -7.75 | 0.085 |
| -7.85 | 0.072 |
| -7.95 | 0.06 |
| -8.05 | 0.05 |
| -8.15 | 0.04 |
| -8.25 | 0.031 |
| -8.35 | 0.023 |
| -8.45 | 0.017 |
| -8.55 | 0.011 |
| -8.65 | 0.007 |
| -8.75 | 0.003 |
| -8.85 | 0.001 |
| -8.95 | 0 |
| -9 | 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 |
| -0.1 | 0 |
| -0.15 | 0.033 |
| -0.25 | 0.033 |
| -0.35 | 0.033 |
| -0.45 | 0.032 |
| -0.55 | 0.032 |
| -0.65 | 0.031 |
| -0.75 | 0.031 |
| -0.85 | 0.03 |
| -0.95 | 0.029 |
| -1.05 | 0.029 |
| -1.15 | 0.028 |
| -1.25 | 0.027 |
| -1.35 | 0.026 |
| -1.45 | 0.024 |
| -1.55 | 0.023 |
| -1.65 | 0.022 |
| -1.75 | 0.02 |
| -1.85 | 0.019 |
| -1.95 | 0.017 |
| -2.05 | 0.016 |
| -2.15 | 0.014 |
| -2.25 | 0.012 |
| -2.35 | 0.01 |
| -2.45 | 0.008 |
| -2.55 | 0.011 |
| -2.65 | 0.013 |
| -2.75 | 0.015 |
| -2.85 | 0.017 |
| -2.95 | 0.02 |
| -3.05 | 0.022 |
| -3.15 | 0.023 |
| -3.25 | 0.023 |
| -3.35 | 0.022 |
| -3.45 | 0.022 |
| -3.55 | 0.024 |
| -3.65 | 0.027 |
| -3.75 | 0.03 |
| -3.85 | 0.033 |
| -3.95 | 0.036 |
| -4.05 | 0.039 |
| -4.15 | 0.042 |
| -4.25 | 0.044 |
| -4.35 | 0.044 |
| -4.45 | 0.046 |
| -4.55 | 0.05 |
| -4.65 | 0.052 |
| -4.75 | 0.054 |
| -4.85 | 0.054 |
| -4.95 | 0.054 |
| -5.05 | 0.052 |
| -5.15 | 0.049 |
| -5.25 | 0.045 |
| -5.35 | 0.039 |
| -5.45 | 0.033 |

| Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | | LEFT |
|---|---|------|
| Z (m) | Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | |
| -5.55 | 0.027 | |
| -5.65 | 0.021 | |
| -5.75 | 0.016 | |
| -5.85 | 0.011 | |
| -5.95 | 0.007 | |
| -6.05 | 0.008 | |
| -6.15 | 0.01 | |
| -6.25 | 0.011 | |
| -6.35 | 0.012 | |
| -6.45 | 0.013 | |
| -6.55 | 0.014 | |
| -6.65 | 0.015 | |
| -6.75 | 0.016 | |
| -6.85 | 0.017 | |
| -6.95 | 0.018 | |
| -7.05 | 0.02 | |
| -7.15 | 0.02 | |
| -7.25 | 0.021 | |
| -7.35 | 0.021 | |
| -7.45 | 0.02 | |
| -7.55 | 0.02 | |
| -7.65 | 0.019 | |
| -7.75 | 0.018 | |
| -7.85 | 0.016 | |
| -7.95 | 0.015 | |
| -8.05 | 0.014 | |
| -8.15 | 0.012 | |
| -8.25 | 0.011 | |
| -8.35 | 0.009 | |
| -8.45 | 0.008 | |
| -8.55 | 0.006 | |
| -8.65 | 0.005 | |
| -8.75 | 0.003 | |
| -8.85 | 0.002 | |
| -8.95 | 0 | |
| -9 | 0 | |



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

RADDOPPIO DELLA TRATTA CESANO-VIGNA DI
VALLE

IN19 –Tombino idraulico al km 36+016
Relazione di calcolo delle opere provvisionali

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| NR1J | 01 D 29 | CL | IN1900 002 | A | 88 di 93 |

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : RIGHT

| Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | | RIGHT |
|---|---|-------|
| Z (m) | Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | |
| 0 | 0 | |
| -0.1 | 0 | |
| -0.15 | 0.033 | |
| -0.25 | 0.033 | |
| -0.35 | 0.033 | |
| -0.45 | 0.032 | |
| -0.55 | 0.032 | |
| -0.65 | 0.031 | |
| -0.75 | 0.031 | |
| -0.85 | 0.03 | |
| -0.95 | 0.029 | |
| -1.05 | 0.029 | |
| -1.15 | 0.028 | |
| -1.25 | 0.027 | |
| -1.35 | 0.026 | |
| -1.45 | 0.024 | |
| -1.55 | 0.023 | |
| -1.65 | 0.022 | |
| -1.75 | 0.02 | |
| -1.85 | 0.019 | |
| -1.95 | 0.017 | |
| -2.05 | 0.016 | |
| -2.15 | 0.014 | |
| -2.25 | 0.012 | |
| -2.35 | 0.01 | |
| -2.45 | 0.008 | |
| -2.55 | 0.011 | |
| -2.65 | 0.013 | |
| -2.75 | 0.015 | |
| -2.85 | 0.017 | |
| -2.95 | 0.02 | |
| -3.05 | 0.022 | |
| -3.15 | 0.023 | |
| -3.25 | 0.023 | |
| -3.35 | 0.022 | |
| -3.45 | 0.022 | |
| -3.55 | 0.024 | |
| -3.65 | 0.027 | |
| -3.75 | 0.03 | |
| -3.85 | 0.033 | |
| -3.95 | 0.036 | |
| -4.05 | 0.039 | |
| -4.15 | 0.042 | |
| -4.25 | 0.044 | |
| -4.35 | 0.044 | |
| -4.45 | 0.046 | |
| -4.55 | 0.05 | |
| -4.65 | 0.052 | |
| -4.75 | 0.054 | |
| -4.85 | 0.054 | |
| -4.95 | 0.054 | |
| -5.05 | 0.052 | |
| -5.15 | 0.049 | |
| -5.25 | 0.045 | |
| -5.35 | 0.039 | |
| -5.45 | 0.033 | |

| Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | | RIGHT |
|---|---|-------|
| Z (m) | Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld | |
| -5.55 | | 0.027 |
| -5.65 | | 0.021 |
| -5.75 | | 0.016 |
| -5.85 | | 0.011 |
| -5.95 | | 0.007 |
| -6.05 | | 0.008 |
| -6.15 | | 0.01 |
| -6.25 | | 0.011 |
| -6.35 | | 0.012 |
| -6.45 | | 0.013 |
| -6.55 | | 0.014 |
| -6.65 | | 0.015 |
| -6.75 | | 0.016 |
| -6.85 | | 0.017 |
| -6.95 | | 0.018 |
| -7.05 | | 0.02 |
| -7.15 | | 0.02 |
| -7.25 | | 0.021 |
| -7.35 | | 0.021 |
| -7.45 | | 0.02 |
| -7.55 | | 0.02 |
| -7.65 | | 0.019 |
| -7.75 | | 0.018 |
| -7.85 | | 0.016 |
| -7.95 | | 0.015 |
| -8.05 | | 0.014 |
| -8.15 | | 0.012 |
| -8.25 | | 0.011 |
| -8.35 | | 0.009 |
| -8.45 | | 0.008 |
| -8.55 | | 0.006 |
| -8.65 | | 0.005 |
| -8.75 | | 0.003 |
| -8.85 | | 0.002 |
| -8.95 | | 0 |
| -9 | | 0 |

Verifiche Puntoni Nominal

| Design | Tipo Risultato: | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|------------|---------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|---|----------|
| Assumption: | Verifiche Puntoni | | | | | | | | | | | |
| Nominal | | | | | | | | | | | | |
| Puntone | Sezione | Materiale | Spaziatura orizzontale | Lunghezza | Stage | Carico distribuito (kN/m) | Assiale (kN) | Ratio momento | Ratio taglio | Instabilità λ | λ | λ |
| | | | | | | | | | | y | z | laterale |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 3 | -0.002 | -0.003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 4 | -11.873 | -23.746 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 5 | -19.935 | -39.87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 6 | -23.786 | -47.572 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

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

| Design Assumption: | | Tipo Risultato: NTC2018 | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|------------|---------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------|
| NTC2018: SLE | | Verifiche Puntoni (ITA) | | | | | | | | | | | |
| (Rara/Frequente/Quasi Permanente) | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 3 | -0.002 | -0.003 | 0 | 0.001 | 0 | 78 78 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 4 | -11.873 | - | 0.027 | 0.001 | 0.037 | 78 78 | 0 | 23.746 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 5 | -19.935 | -39.87 | 0.046 | 0.001 | 0.063 | 78 78 | 0 | |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 6 | -23.786 | - | 0.055 | 0.001 | 0.075 | 78 78 | 0 | 47.572 |

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

| Design | Tipo Risultato: NTC2018 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Assumption: | Verifiche Puntoni (ITA) | | | | | | | | | | | |
| NTC2018: | | | | | | | | | | | | |
| 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 | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 Stage 3 | 0 | -0.001 | 0 | 0.002 | 0 | 7878 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 Stage 4 | -16.163 | -32.326 | 0.037 | 0.002 | 0.051 | 7878 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 Stage 5 | -27.157 | -54.314 | 0.063 | 0.002 | 0.086 | 7878 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 Stage 6 | -32.394 | -64.788 | 0.075 | 0.002 | 0.102 | 7878 | 0 | 0 |

Verifiche Puntoni NTC2018: A2+M2+R1

| Design | Tipo Risultato: | | NTC2018 | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|------------|---------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Assumption: | Verifiche Puntoni | | (ITA) | | | | | | | | | | |
| NTC2018: | | | | | | | | | | | | | |
| A2+M2+R1 | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 3 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 4 | -15.908 | -31.817 | 0.037 | 0.001 | 0.05 | 7878 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 5 | -27.79 | -55.579 | 0.064 | 0.001 | 0.088 | 7878 | 0 | 0 |
| Strut | Custom Pile:0.1397x0.008 | S275 | 2 | 3.655 | Stage 6 | -33.462 | -66.925 | 0.077 | 0.001 | 0.105 | 7878 | 0 | 0 |