



## ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO - VALFABBRICA  
SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO  
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

### PERIZIA DI VARIANTE

|   |  |
|---|--|
| CONTRAENTE GENERALE:<br><br> <b>DIRPA 2</b><br>s.c.a.r.l. | Il Responsabile del Contraente Generale: |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| PROGETTAZIONE:<br><br><b>Partecipazioni Italia S.p.A.</b><br><br>IL PROGETTISTA:<br>Dott. Ing. Salvatore Lieto<br>Ordine degli Ingegneri Prov. di Mantova n.1147<br><br>IL GEOLOGO:<br>Geol. Amedeo Babbini<br>Ordine dei Geologi Regione Toscana n.1032 | ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:<br><br> <b>TECNOSTRUTTURE S.r.l.</b><br><small>SEDE LEGALE:<br/>Piazza Regina Margherita n.27 - 00198 ROMA<br/>SEDE OPERATIVA:<br/>Via delle Querciole n. 13 - 00037 Segni (RM)</small><br><br>IL PROGETTISTA:<br>Dott. Ing. Antonio Tosiani |
|--|---|

|   |  |
|---|--|
| VISTO<br>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:<br><br>Ing. Iginio Farotti |  |
|---|--|

|   |  |
|---|--|
| <b>2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b><br>3° Stralcio funzionale - Castelraimondo Nord - Castelraimondo Sud<br>4° Stralcio funzionale - Castelraimondo Sud - Innesto SS77 a Muccia<br><b>OPERE D'ARTE MINORI</b><br><b>COLLEGAMENTO CON BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>PARATIA PROVVISORIALE 4+120 - 4+150</b><br>Relazione di calcolo | SCALA:<br>-----<br><br>DATA:<br>28.07.2022 |
|---|--|

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (assegnato CIPE 20.04.2015)

|                   |           |        |         |     |             |         |          |      |
|-------------------|-----------|--------|---------|-----|-------------|---------|----------|------|
| CODICE ELABORATO: | Opera     | Tratto | Settore | CEE | WBS         | Id.doc. | n° progr | Rev. |
|                   | L O 7 0 3 | 2 1 3  | E       | 1 6 | O S 0 0 2 3 | R E L   | 0 1      | C    |

| Rev. | Data       | Descrizione                | Redatto        |                | Controllato | Approvato |
|------|------------|----------------------------|----------------|----------------|-------------|-----------|
| A    | Sett. 2021 | Emissione                  | Tecnostrutture | Tecnostrutture | A. Tosiani  | S. Lieto  |
| B    | 20.01.2022 | Riscontro Istruttoria ANAS | Tecnostrutture | Tecnostrutture | A. Tosiani  | S. Lieto  |
| C    | 28.07.2022 | Riscontro Istruttoria ANAS | Tecnostrutture | Tecnostrutture | A. Tosiani  | S. Lieto  |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 1 di 53     |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE E FASI ESECUTIVE .....</b>                                     | <b>4</b>  |
| <b>3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>  | <b>6</b>  |
| 3.1 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER IL CORDOLO TESTA PALI.....                          | 6         |
| 3.2 CARATTERISTICHE DEL DEI MICROPALI .....  | 6         |
| 3.3 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.....  | 6         |
| 3.4 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.....  | 6         |
| <b>4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>   | <b>7</b>  |
| 4.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI .....  | 7         |
| 4.2 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO .....   | 7         |
| 4.3 BIBLIOGRAFIA.....  | 7         |
| <b>5. QUADRO GEOLOGICO-GEOTECNICO-GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO.....</b>                       | <b>8</b>  |
| 5.1 MODELLO GEOTECNICO .....   | 9         |
| <b>6. SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>  | <b>11</b> |
| 6.1 IL PROGRAMMA DI CALCOLO PARATIE PLUS.....  | 11        |
| <b>7. CRITERI E IPOTESI DI CALCOLO .....</b>   | <b>12</b> |
| 7.1 STATI LIMITE DI PROGETTO E COEFFICIENTI PARZIALI.....                                    | 12        |
| 7.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....  | 12        |
| <b>8. MODELLO DI CALCOLO DELLA PARATIA .....</b>   | <b>13</b> |
| 8.1 SEZIONE DI CALCOLO .....   | 13        |
| 8.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO .....  | 13        |
| 8.3 LIVELLO DELLA FALDA.....   | 14        |
| 8.4 STEP DI CALCOLO .....  | 14        |
| <b>9. RISULTATI DEI CALCOLI .....</b>  | <b>16</b> |
| 9.1 CALCOLO PARATIA BERLINESE.....   | 16        |
| <b>10. VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI</b>                                | <b>19</b> |
| 10.1 MICROPALI.....  | 19        |
| 10.1.2 Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU).....  | 19        |
| 10.2 VERIFICA CORDOLO DI CORONAMENTO .....   | 21        |
| <b>11. VERIFICHE DI STABILITÀ LOCALE.....</b>  | <b>22</b> |
| 11.1 VERIFICA DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE .....  | 22        |
| 11.2.1 Hscavo = 1.40 m: Verifiche GEO delle spinte a valle della paratia .....               | 22        |
| <b>12. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DELLA SCARPATA IN CORRISPONDENZA DELLA PARATIA.....</b> | <b>24</b> |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |                |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc.<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>2 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|------------------------|

12.1 VERIFICHE IN FASE STATICA ..... 25

**13. CONCLUSIONI..... 26**

**ALLEGATO 1 ..... 27**

**PARATIA CON HSCAVO=1.40 M ..... 28**

**FILE DI INPUT..... 28**

**FILE DI OUTPUT..... 29**

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento rientra nell'ambito della redazione degli Elaborati tecnici di Progetto Definitivo della strada Pedemontana Marchigiana, che costituisce l'elemento di completamento tra le due direttrici "S.S.76" Valnerina e "S.S.77" Val di Chienti, relativamente agli stralci funzionali n°3 (Svincolo di Castelraimondo nord – Svincolo di Castelraimondo sud) e n°4 (Svincolo di Castelraimondo sud - innesto con la S.S. 77 a Muccia)

Nell'ambito di tale progetto è previsto l'adeguamento in sede della S.P. 256 "Muccese" esistente, con attribuzione di una sezione trasversale tipo C1 riferita ad una Strada Secondaria in Ambito Extraurbano (Cat. C). Tale intervento si sviluppa, a partire dalla Rotatoria di Camerino Sud/Muccia, per 4.052,28 m dove inizia il tratto di Collegamento al By-pass di Muccia (intervento finalizzato al collegamento con la S.S. 77). Nell'ambito dell'intervento di adeguamento è previsto la realizzazione di una paratia di micropali provvisoria che va all'incirca dal km 4+120 al km 4+150.

Si tratta di una paratia di micropali  $D=220$  mm realizzati ad interasse 0.40 m.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Per la caratterizzazione geotecnica e stratigrafica dei terreni si fa invece riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica generale e nel profilo longitudinale generale. Il terreno di fondazione è costituito superficialmente da depositi eluvio-colluviali (Unità Ecla) al di sotto di questi si riscontra lo strato alterato di argilla limosa (Unità Salt) e a seguire lo strato di scaglia cinerea (Unità Sch).

In accordo alle disposizioni dettate dalle "Norme tecniche per le costruzioni" (DM 14.01.2008), sono state condotte le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) e agli stati limite ultimi (SLU). Secondo la normativa tecnica in vigore ai fini della zonazione sismica del territorio italiano, l'opera in progetto ricade nel territorio del Comune di Muccia. Pertanto, le strutture sono assunte di classe III (vita utile di 50 anni, sisma con periodo di ritorno di 712 anni) l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria C è pari ad  $a_g = 0.247g$ .

Ma in accordo a quanto previsto dal DM 14.01.2008 al § 2.4.1 per opere provvisoriale si possono omettere le verifiche sismiche quando la relativa durata sia inferiore a due anni.

Nel seguito si espongono le analisi necessarie al dimensionamento e le verifiche di stabilità geotecnica e dei principali elementi strutturali, in conformità alla normativa di riferimento.

In coda alla relazione sono riportati negli Allegati i file di input delle analisi di calcolo svolte, i cui risultati sono riportati in dettaglio.

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 4 di 53     |

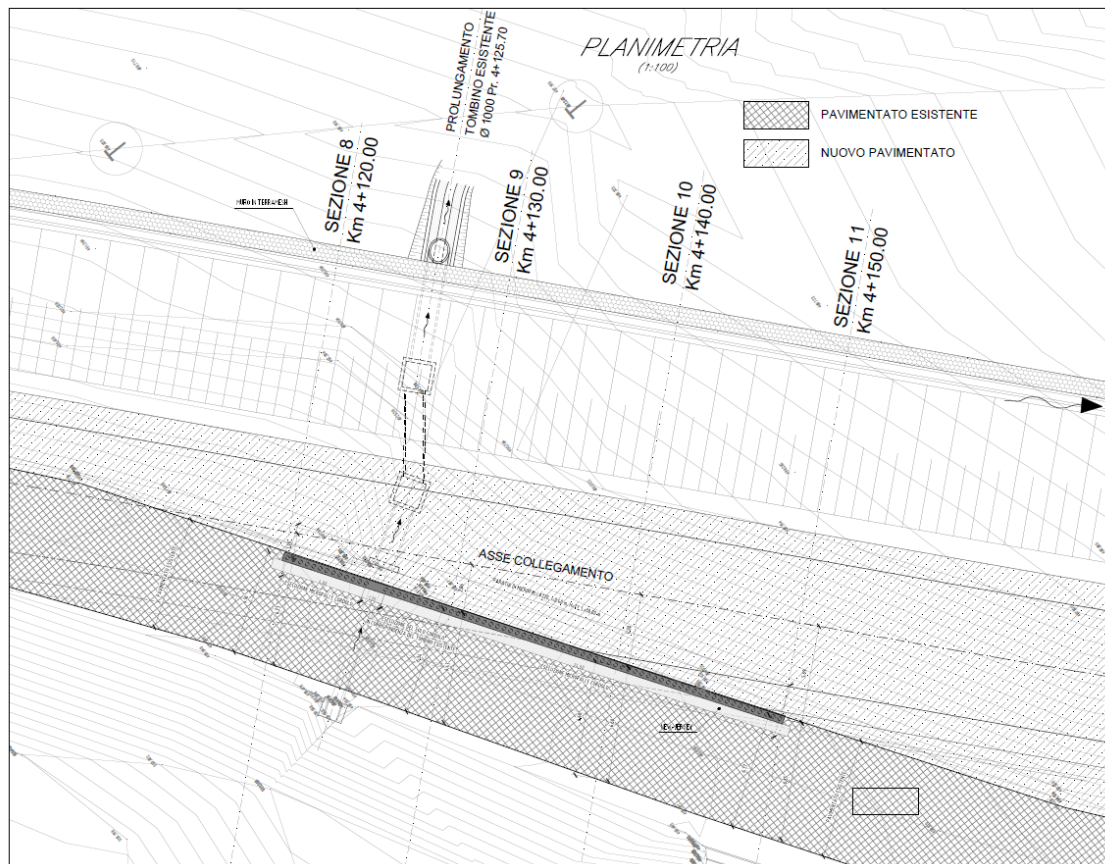
## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE E FASI ESECUTIVE

La paratia in oggetto avrà la funzione di fornire una spinta sufficiente a sostenere lo scavo provvisorio per la realizzazione del nuovo rilevato stradale.

Come detto in precedenza la paratia è realizzata con micropali  $\phi$  220 mm armati con tubi in acciaio  $\phi$  168.3 mm di spessore pari a 10 mm e realizzata ad interasse di 40 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Nella seguente figura 2.1 è riportata la planimetria della paratia oggetto dello studio.



**Figura 2.1 – Berlinese: Planimetria e sviluppata**

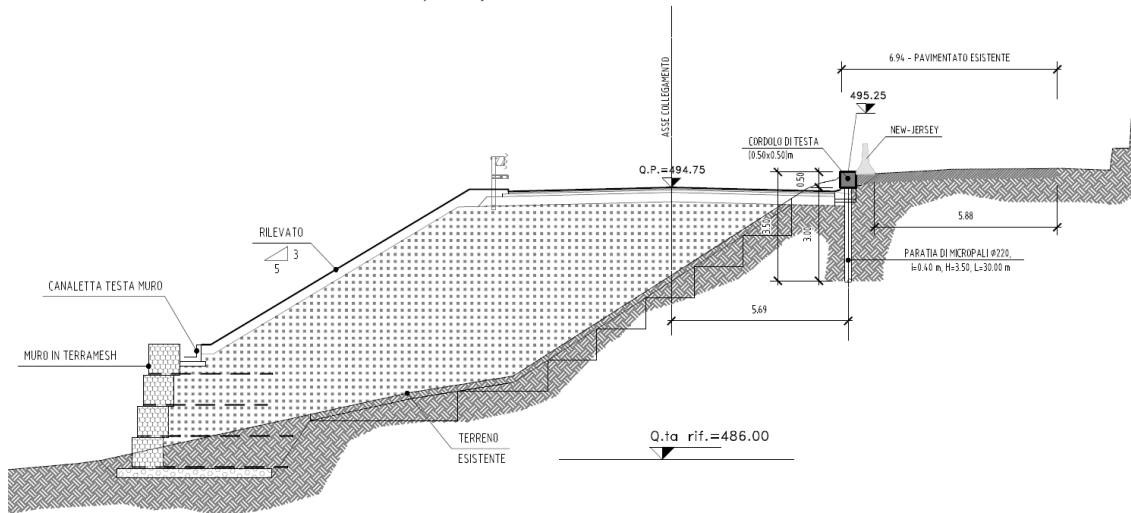
La realizzazione della paratia e dello scavo avverranno secondo le seguenti fasi operative:

- 1) Realizzazione dei micropali e della trave in c.a. di collegamento in testa ai micropali;
- 2) Realizzazione dello scavo per contenere il nuovo rilevato stradale;
- 3) Realizzazione del nuovo rilevato stradale, della pavimentazione stradale e completamento delle opere di finitura della paratia;

La sezione esaminata è la sezione 11 di seguito riportata:

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 5 di 53     |

*SEZIONE 11*  
(1:100)



Tutti i dettagli geometrici riguardanti, i micropali sono desumibili dai disegni allegati al progetto, cui si rimanda integralmente per ogni chiarimento.

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano qui di seguito le caratteristiche prestazionali dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione delle opere definitive di sostegno, secondo la normativa in vigore e con riferimento al metodo di calcolo agli stati limite.

#### 3.1 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER IL CORDOLO TESTA PALI

- Classe di resistenza: C32/40
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XA2
- copriferro minimo:  $c_{f,min} \geq 40$  mm

#### 3.2 CARATTERISTICHE DEL DEI MICROPALI

- Classe di resistenza: C25/30
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XA2
- copriferro minimo:  $c_{f,min} \geq 60$  mm

#### 3.3 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540$  MPa
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450$  MPa
- allungamento caratteristico:  $\geq 7.5$  %
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:  $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

#### 3.4 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

- 
- Tipo: S235
- peso specifico  $\gamma_a = 78.50$  kN/mc
- tensione nominale di snervamento  $f_{y,nom} = 235$  N/mm<sup>2</sup>
- coefficiente di sicurezza  $\gamma_a = 1.05$

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 4.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

- [1] LEGGE n. 1086 05.11.1971: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [2] LEGGE n. 64 02.02.1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizione per le zone sismiche.
- [3] Ministero dei LL.PP D.M. 11.03.1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [4] Ministero dei LL.PP. Circ. 30483 del 24.09.1988: Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [5] Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", Maggio 1993.
- [6] Linee guida A.G.I. "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica", 2005.
- [7] Ministero dei LL.PP – D.M. 14.01.2008: Norme Tecniche per le Costruzioni.
- [8] Circolare 2 febbraio 2009 n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Il calcolo e verifica dell'opera viene svolto con il D.M. 14 gennaio 2008

### 4.2 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO

Per la documentazione progettuale di riferimento si rimanda interamente all'Elenco Elaborati del Progetto esecutivo in Variante.

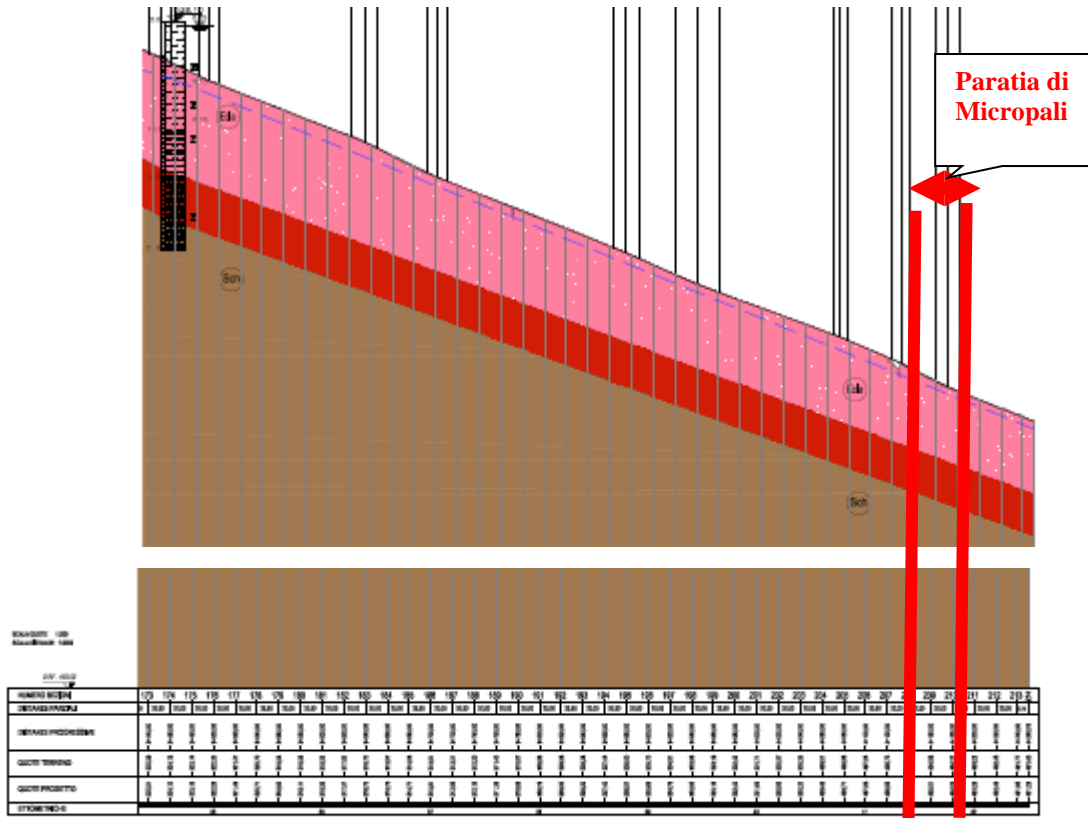
### 4.3 BIBLIOGRAFIA

- [1] Becci B., Nova R. (1987) "Un metodo di calcolo automatico per il progetto di paratie". Rivista Italiana di Geotecnica, 1.
- [2] Bustamante M., Doix B. (1985) "Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés". Bull. Liaison Labo. P.et Ch. 140, nov-dic 1985
- [3] Tanzini M. (2004): "Micropali e pali di piccolo diametro". Ed. Dario Flaccovio.
- [4] Hoek, E. and Brown, E.T. (1980) "Empirical strength criterion for rock masses". J. Geotech. Engng Div., ASCE 106(GT9), 1013-1035.
- [5] Hoek E. et al. (2002) "Hoek-Brown failure criterion-2002 edition". Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symp., Toronto, Canada.



## 5. QUADRO GEOLOGICO-GEOTECNICO-GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO

Dall'esame del "Profilo geotecnico SP256 - Tav. 3 di 3, doc. LO703213E02GE0001PRF11" e si è risalita alla stratigrafia geotecnica di seguito riportata:



- **Unità Ecla:** Depositi eluvio-colluviali costituito da uno strato di altezza pari a circa 7.55m;
- **Unità Salt:** Strato alterato di argilla limosa costituito da uno spessore di circa 3.90 m;
- **Unità Sch:** Strato di scaglia cinerea strato profondo;
- **La falda** a circa 1.50 m dall'unità Ecla (vedi il profilo geologico).

Per maggiori dettagli ed approfondimenti a quanto riportato in merito nella Relazione Geotecnica Generale.

Si riportano le caratteristiche fisico-meccaniche di tali terreni:

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>9 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

| Unità Ecla – Depositi eluvio colluviali limoso argillosi |   |
|--|---|
| $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$                           | peso dell'unità di volume                 |
| $\phi' = 26^\circ$                                       | angolo di resistenza al taglio            |
| $c' = 5 \text{ kPa}$                                     | coesione drenata                          |
| $E_{op}' = 25 \text{ MPa}$                               | modulo di deformazione elastico operativo |

| Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso |   |
|--|---|
| $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$                     | peso dell'unità di volume                 |
| $\phi' = 25^\circ$                               | angolo di resistenza al taglio            |
| $c' = 10 \text{ kPa}$                            | coesione drenata                          |
| $E_{op}' = 35 \text{ MPa}$                       | modulo di deformazione elastico operativo |

| Unità Sch – Formazione dello Schlier / Scc – Scaglia cinerea / Bis – Formazione Bisciario |   |
|---|---|
| Questi parametri sono validi per tutte e tre le unità, Sch/Scs/Bis                        |   |
| $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  | peso dell'unità di volume                 |
| $\phi' = 27^\circ$  | angolo di resistenza al taglio            |
| $c' = 55 \text{ kPa}$   | coesione drenata                          |
| $E_{op}' = 130 \text{ MPa}$   | modulo di deformazione elastico operativo |

## 5.1 MODELLO GEOTECNICO

Nei dimensionamenti delle opere si è considerata dunque la seguente stratigrafia:

| LITOTIPO   |      | POTENZA | $\gamma$        | $c'$ | $\phi'$ | $E_{vc}$ | $E_{ur}$ |
|--|------|---------|-----------------|------|---------|----------|----------|
|  |      | m       | $\text{kN/m}^3$ | kPa  | °       | MPa      | MPa      |
| Unità Ecla – Depositi eluvio colluviali          | Ecla | 8.00    | 19.5            | 5    | 26      | 25       | 140      |
| Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso | Salt | 1.50    | 20              | 10   | 25      | 35       | 55       |
| Unità Sch  | Sch  | -       | 22              | 55   | 27      | 130      | 210      |

I moduli elastici sopra riportati sono da considerare validi rispettivamente nel campo di compressione vergine ( $E_{vc}$ ) e di scarico-ricarico. Il valore del modulo di deformabilità è stato assunto costante con la profondità.

I parametri di resistenza sopra riportati sono da intendersi in termini di tensioni efficaci, in quanto il calcolo è stato sviluppato in condizioni drenate.

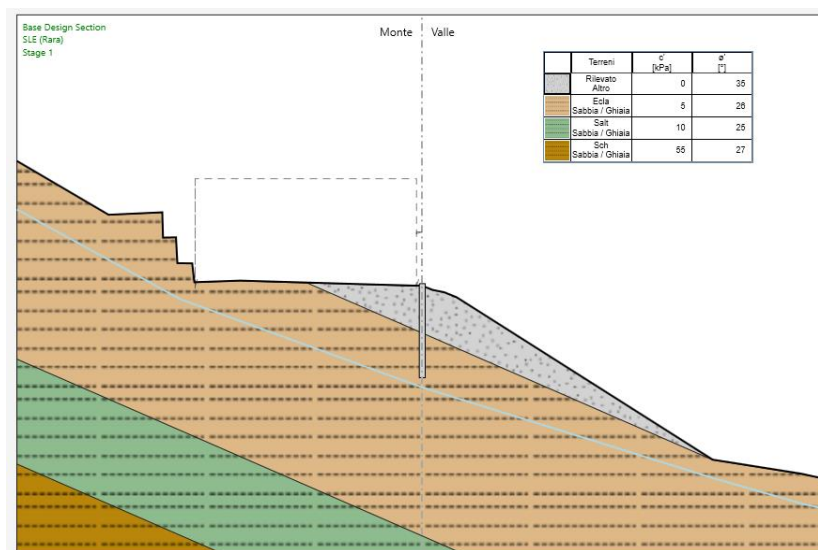
Inoltre, è presente anche un strato di rilevato stradale come si vedrà meglio nel seguito della relazione i cui parametri geotecnici sono riportati nella tabella seguente:

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>10 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

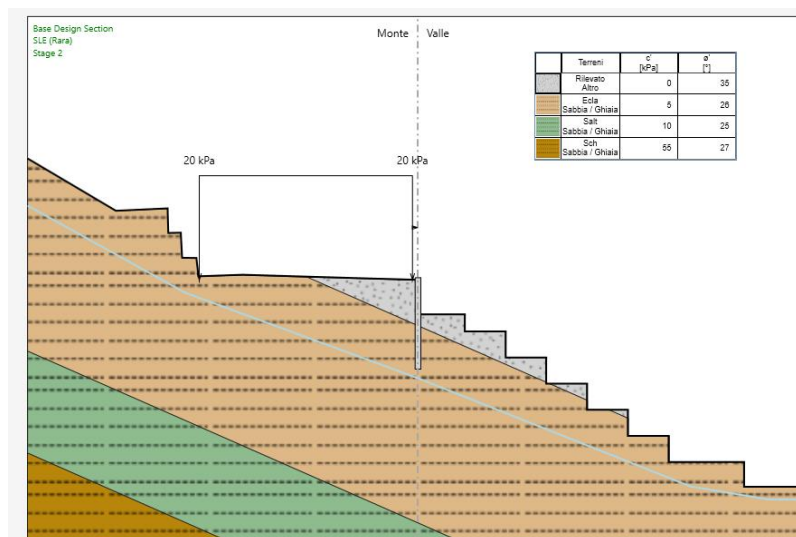
| LITOTIPO                    | POTENZA | $\gamma$ | $c'$              | $\phi'$ | $E_{vc}$ | $E_{ur}$ |     |
|-----------------------------|---------|----------|-------------------|---------|----------|----------|-----|
|                             |         | m        | kN/m <sup>3</sup> | kPa     | °        | MPa      | MPa |
| Rilevato stradale esistente | Ril     | 0-2.00   | 20                | 0       | 35       | 30       | 40  |

Dall'analisi congiunta del profilo geologico, della relazione geologica e delle sezioni geologiche interpretative, è possibile sintetizzare alcune considerazioni sulle condizioni idrogeologiche della zona, ai fini della progettazione delle opere di sostegno in esame.

La formazione presenta una permeabilità molto alta e, vista l'elevata permeabilità intrinseca della tipologia dell'opera di sostegno adottata (paratia di micropali), ai fini del calcolo strutturale dell'opera sono state del tutto trascurate le spinte dell'acqua a monte della paratia.



**Paratia di micropali : Fase iniziale di infissione**



**Paratia di micropali : Fase di scavo finale**

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 6. SOFTWARE DI CALCOLO

Per il calcolo strutturale delle paratie si è utilizzato il codice di calcolo PARATIE PLUS 2021 per Window, sviluppato dalla Ce.A.S. s.r.l. di Milano.

Per le verifiche di stabilità dei versanti ci si è avvalsi del software di calcolo MICROSTABL, sviluppato dallo studio I.S.G. ingegneria strutturale e geotecnica. di Firenze.

### 6.1 IL PROGRAMMA DI CALCOLO PARATIE PLUS

Il progetto e la verifica delle sollecitazioni delle paratie, conseguenti all'interazione con il terreno, sono stati determinati con l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 2021.

In tale codice la schematizzazione del fenomeno fisico di interazione avviene considerando il diaframma come una serie di elementi trave il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali connessi ai nodi della paratia.

La differenza rispetto ai metodi tradizionali consiste essenzialmente nella legge costitutiva delle molle che anziché elastica o elastica – perfettamente plastica, è assunta essere elastoplastica incrudente, in migliore accordo con il comportamento meccanico del terreno.

Nel caso di paratie costituite da elementi discreti (paratia di micropali), nel modello viene introdotta una rigidità flessionale equivalente a quella di un diaframma continuo valutata tenendo conto della spaziatura fra i singoli elementi.

Il programma consente di seguire tutte le varie fasi di esecuzione degli scavi eseguendo un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico (step), coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da una ben precisa disposizione dei carichi applicati e dalla situazione tensio-deformativa dei singoli elementi. Poiché il comportamento degli elementi finiti di terreno (elementi SOIL) è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $k_a$  ed 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 sarà determinato sulla base di specifiche prove in sito, ovvero, in mancanza, tenendo conto della natura e storia geologica del deposito.

I coefficienti di spinta attiva e passiva possono essere valutati con le note espressioni di Rankine nel caso di pareti lisce oppure ricorrendo alle tabelle del NAVFAC (1971) o alle tabelle di Caquot e Kerisel (1948) se si vuole tenere conto dell'attrito terreno – paratia e/o della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo. Nella fattispecie si è fatto riferimento alle tabelle del NAVFAC.

Il valore limite della tensione orizzontale è dato da:

$$\sigma'_h = k_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{k_a}$$

$$\sigma'_h = k_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{k_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in condizioni di spinta attiva o passiva rispettivamente.

Si è adottato un valore dell'angolo di attrito terreno paratia, ( $\delta$ ), pari a  $0.5 \phi'$ .

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 7. CRITERI E IPOTESI DI CALCOLO

### 7.1 STATI LIMITE DI PROGETTO E COEFFICIENTI PARZIALI

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.
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Tali verifiche sono state effettuate 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 tab.6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC 2008

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.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

- ❖ Verifica della paratia
  - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
  - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

### 7.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Come detto in precedenza, in accordo a quanto previsto dal DM 14.01.2008 al § 2.4.1 per opere provvisoriale si possono omettere le verifiche sismiche quando la relativa durata sia inferiore a due anni.

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 8. MODELLO DI CALCOLO DELLA PARATIA

### 8.1 SEZIONE DI CALCOLO

Il calcolo della paratia è stato condotto attraverso il codice PARATIE PLUS 2021, considerando le diverse condizioni di carico cui è soggetta la struttura durante le successive fasi di scavo .

In particolare sono state prese in considerazione come sezioni di calcolo significative quella corrispondente alla situazione più gravosa caratterizzata dalla massima altezza di scavo che risulta pari a circa 1.10 m, comunque in favore di sicurezza si è assunta una altezza di scavo di 1.40m (circa il 30% in più).

### 8.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

I parametri geotecnici utilizzati nei calcoli sono basati su quelli riportati nel capitolo 5 (parametri caratteristici  $M_k$ ).

| unità           | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | $c'$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $E_d$<br>[MPa] |
|-----------------|----------------------------------|---------------|------------------------------|----------------|
| <b>Rilevato</b> | 20                               | 35            | 0                            | 30             |
| <b>Ecla</b>     | 19.5                             | 26            | 5                            | 25             |
| <b>Salt</b>     | 20                               | 25            | 10                           | 35             |
| <b>Sch</b>      | 22                               | 27            | 55                           | 130            |

**Tabella 8.1** – Parametri geotecnici caratteristici ( $M_k$ )

Le azioni agenti sulla paratia in progetto sono quelle dovute alla spinta del terreno e alla spinta dell'acqua di falda sia a monte sia a valle, tali azioni sono calcolate automaticamente dal programma in funzione degli spostamenti orizzontali della parete e della legge d'interazione terreno-struttura implementata. Si trascurano il peso proprio della paratia e le azioni verticali al piede dell'opera.

I coefficienti di spinta ( $M_1$ ) utilizzati dal codice di calcolo PARATIE PLUS 2021 sono riportati nella seguente tabella 8.2:

| unità           | $K_0$<br>[-] | $K_a$<br>[-] | $K_p$<br>[-] |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Rilevato</b> | 0.426        | 0.271        | 3.690        |
| <b>Ecla</b>     | 0.562        | 0.344        | 3.404        |
| <b>Salt</b>     | 0.577        | 0.359        | 3.222        |
| <b>Sch</b>      | 0.546        | 0.339        | 3.601        |

**Tabella 8.2** – Coefficienti di spinta assunti nei calcoli

dove:

$K_0$  = coefficiente di spinta a riposo  
 $K_a$  = coefficiente di spinta attiva

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

$K_p$  = coefficiente di spinta passiva

Il coefficiente di spinta a riposo è stato valutato per mezzo della formula di Jaky:

$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

I coefficienti di spinta sono calcolati direttamente dal programma e derivano dalla formulazione di Coulomb assumendo l'inclinazione effettiva del pendio a monte ( $\beta$ ) e  $\delta = \phi/2$  per quella attiva e  $\beta=0$  e  $\delta = \phi/2$  per quella passiva.

### 8.3 LIVELLO DELLA FALDA

Sulla scorta delle considerazioni riportate nel par. 5, le analisi sono state condotte nell'ipotesi di falda profonda rispetto al fondo dello scavo.

### 8.4 STEP DI CALCOLO

A partire da una condizione iniziale con il piano di campagna posto alla quota della testa della paratia (assunta pari a 0 m), il calcolo dell'opera di sostegno è stato elaborato secondo i seguenti step di calcolo:

#### Step 1 – Condizione geostatica e realizzazione della paratia

Rappresenta le condizioni geostatiche per il terreno (con inclinazione a monte di  $0^\circ$ - $31^\circ$ ), in questo step è stata schematizzata la costruzione della paratia, introducendo nel terreno una parete continua con la testa posta alla quota 0 m e il piede a quota -3.50 m da testa paratia

La struttura costituita dai pali è stata schematizzata come una parete di spessore costante, lo spessore equivalente viene calcolato in automatico dal programma in funzione delle caratteristiche geometriche e di rigidezza del palo e delle armature.

Al termine di questo step di calcolo gli spostamenti e le sollecitazioni nella paratia sono in buona sostanza nulli. Questa fase del calcolo è tuttavia molto importante per riprodurre al meglio le condizioni iniziali di partenza nelle molle elasto-plastiche che schematizzano il terreno.

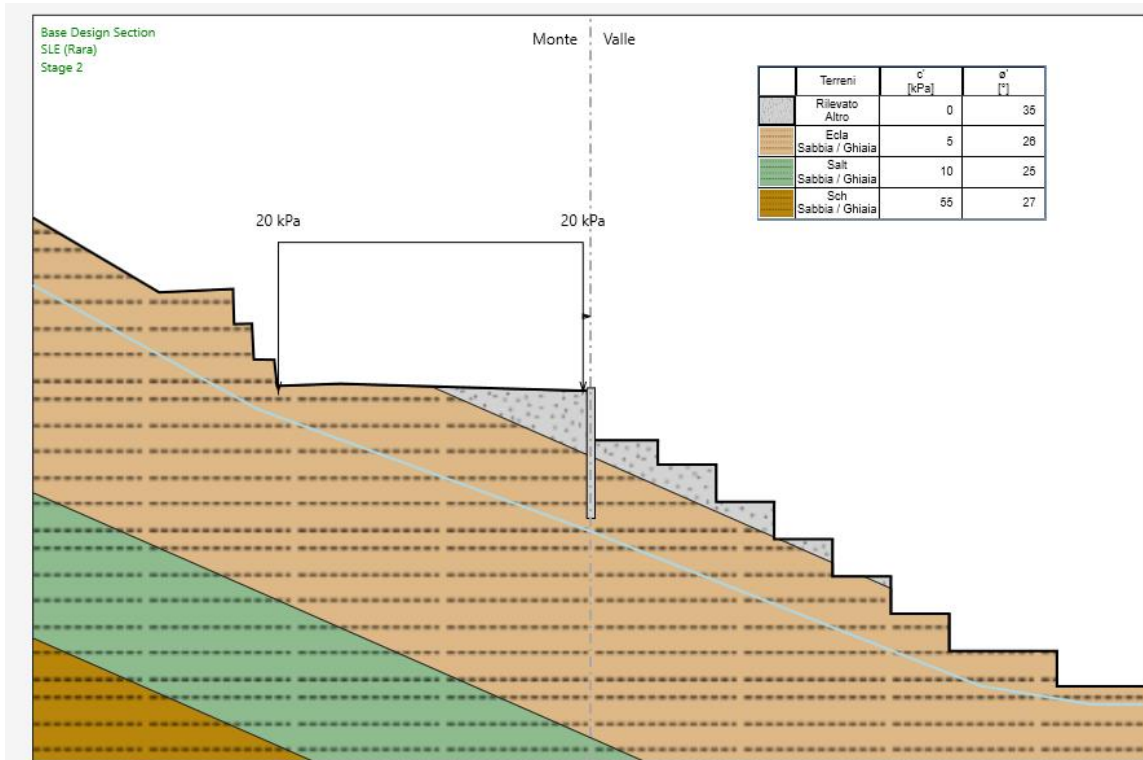
#### Step 2 – Scavo del rilevato esistente per la realizzazione della gradonatura per permettere la realizzazione del nuovo rilevato stradale:

Scavo a -1.40 m da estradosso cordolo.

#### Step 3 – realizzazione del nuovo rilevato e demolizione parziale della paratia provvisoria.

Questa fase non viene studiata dato che la paratia non è più sollecitata essendo stata rinterrata.

La geometria del modello di calcolo in corrispondenza dell'ultimo step è riportata nella fig. 8.1.



**Figura 8.1a – Modello geometrico**



## 9. RISULTATI DEI CALCOLI

I principali risultati dei calcoli svolti sono riportati qui di seguito, in forma di grafici rappresentativi dell'output di calcolo.

Le unità di misura adottate e riportate negli output di calcolo sono:

- kN per le forze;
- m per le lunghezze.

Sono riportati, gli inviluppi (SLE, STR, GEO, SISMA-STR; SISMA-GEO), per le diverse sezioni di calcolo, in forma grafica relativi a:

- ❖ il diagramma del momento flettente e taglio (per unità di lunghezza);

Sono riportate, anche le deformate (SLE), per le diverse sezioni di calcolo, in forma grafica.

### 9.1 CALCOLO PARATIA BERLINESE

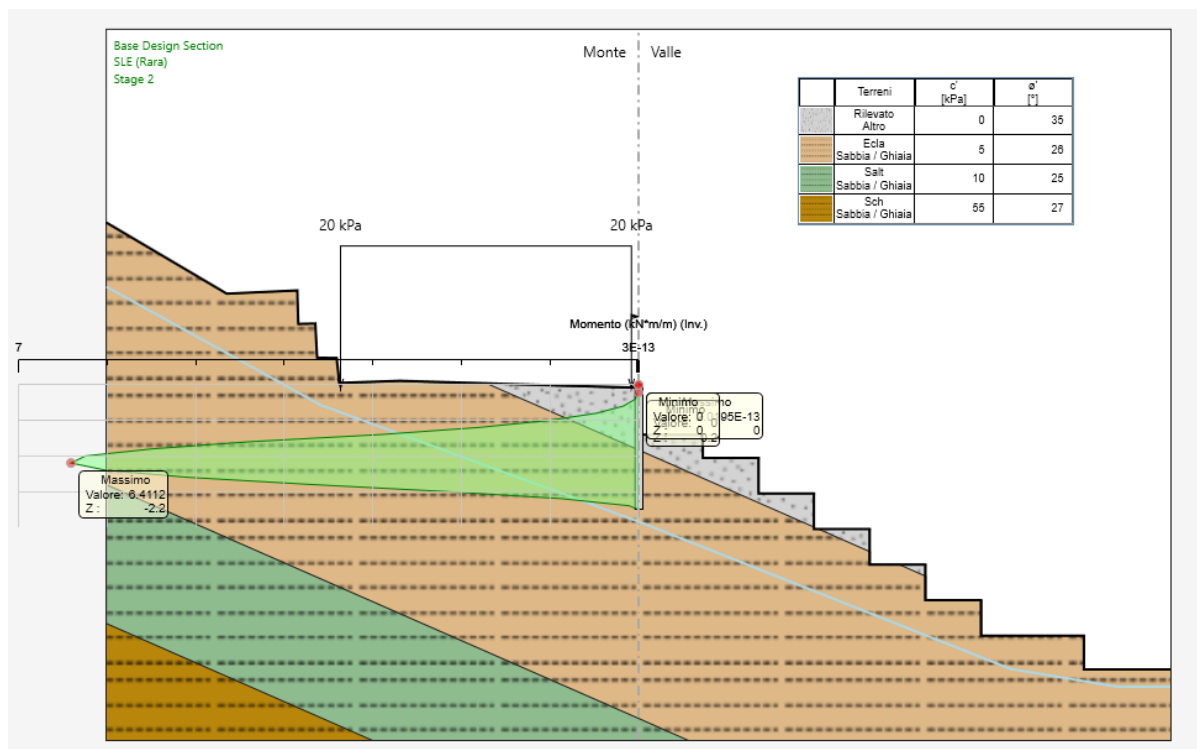


Figura 9.1 – Diagramma del momento flettente (involuppo allo SLE)

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>17 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

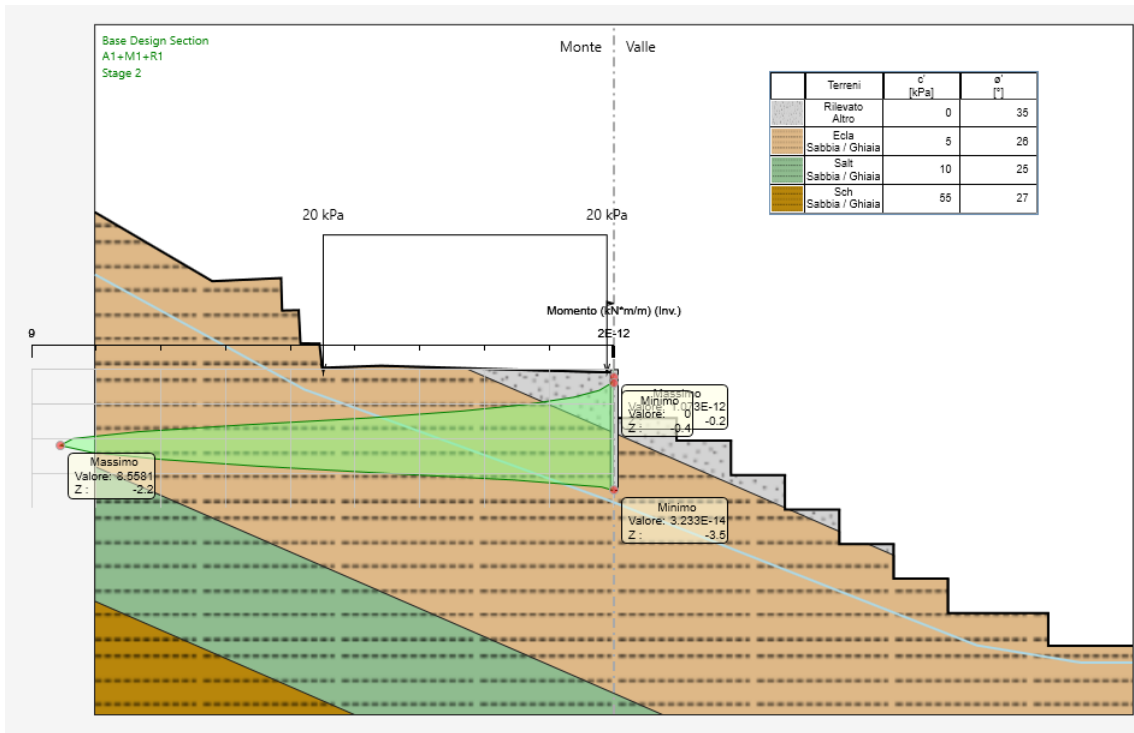


Figura 9.2 – Diagramma del momento flettente (involuppo allo SLU)

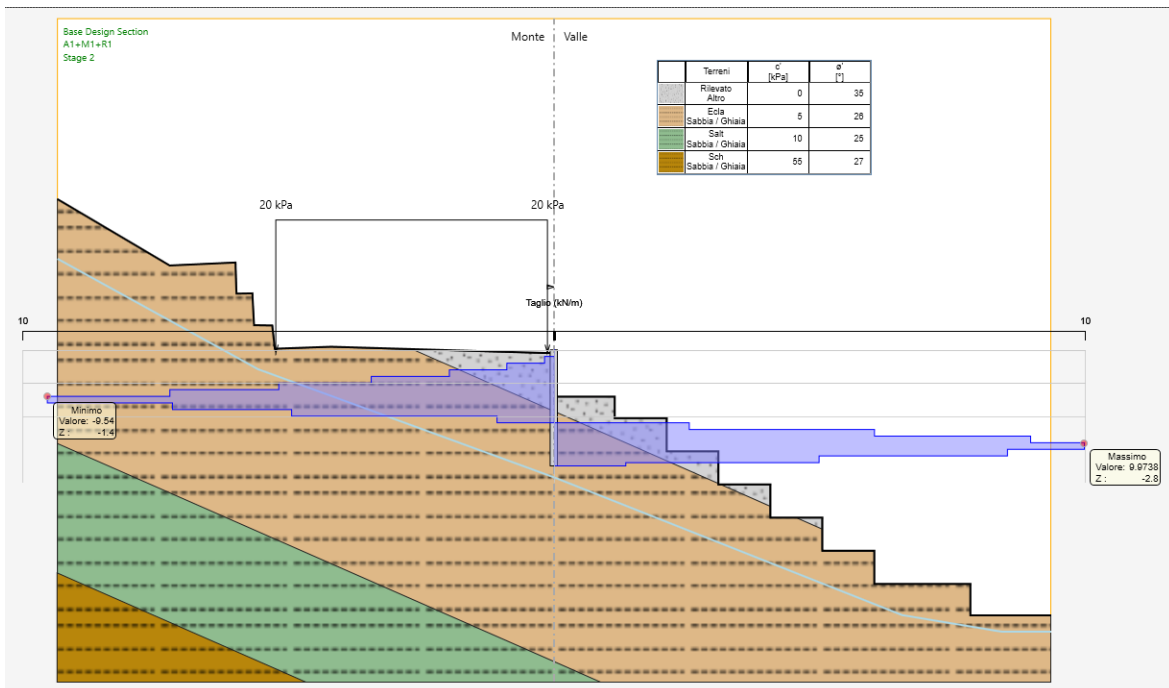
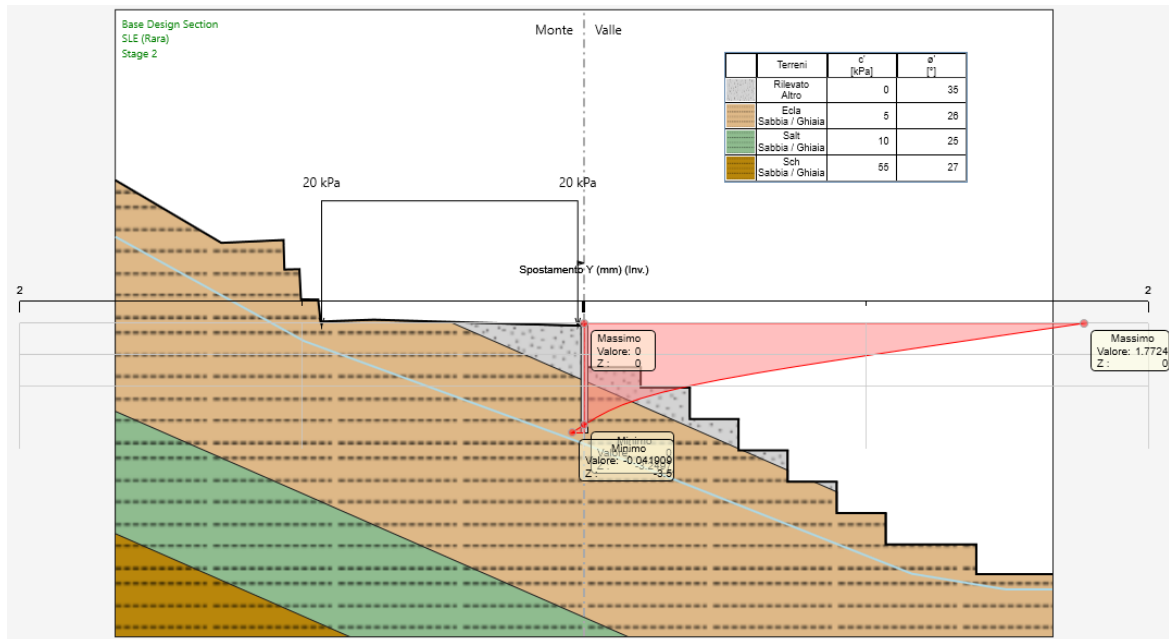


Figura 9.3 – Diagramma del taglio (involuppo allo SLU)



**Figura 9.4 – Diagramma delle deformate (SLE)**

|   |  |               |              |           |               |               |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |               |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

## 10. VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

In questo capitolo si riportano le verifiche di resistenza agli SLU degli elementi strutturali che costituiscono la berlinese in progetto.

Le verifiche di resistenza delle strutture sono state eseguite attraverso il metodo semiprobabilistico degli stati limite, sulla base delle sollecitazioni massime emerse dai risultati dei calcoli.

Le tensioni limite dei materiali cui si è fatto riferimento (tensioni di calcolo per gli SLU) sono riportate nel cap. 3.

### 10.1 MICROPALI

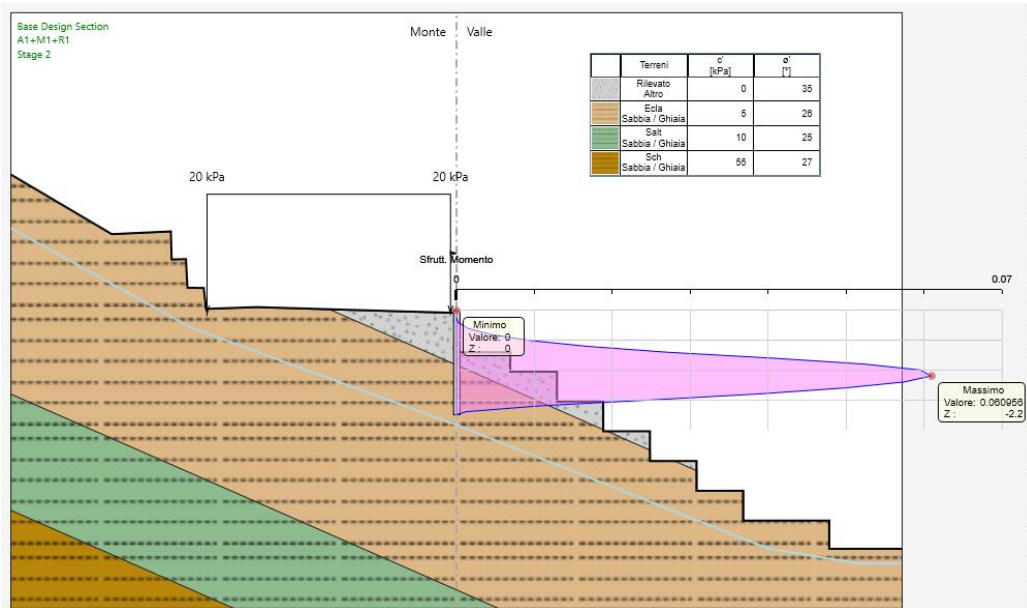
#### 10.1.2 Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Per la verifica agli SLU si valutano le sollecitazioni resistenti di progetto della sezione trasversale sezione circolare in c.a.  $\Phi 220$  armata con tubo  $\Phi 168.3$  sp. 10 mm ad interasse pari a 0.40 m che è pari a:

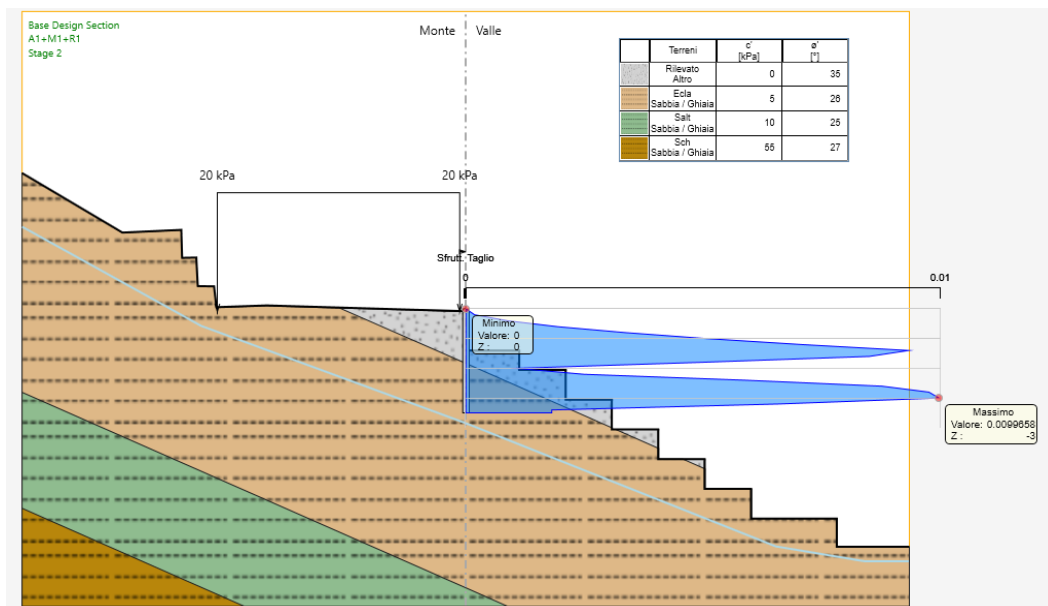
$$M_{Rd} = W_{pl} / \text{int} \cdot f_{yd} = 2.51 \times 10^{-4} / 0.4 \times 235 \times 1000 / 1.05 = 140.44 \text{ kNm} \quad (\text{classe 1})$$

$$V_{Rd} = 2 \times A / \pi \times f_{yd} / \sqrt{3} = 2 \times 0.00497 / \pi \times 235 \times 1000 / (1.05 \times \sqrt{3}) = 409 \text{ kN}$$

#### Calcolo 1



Rapporto tra  $M_{sd}$  e  $M_{Rd}$



Rapporto tra  $V_{sd}$  e  $V_{Rd}$

Il tasso di sfruttamento dei momenti ( $M_{sd} / M_{Rd}$ ) risulta sempre inferiore a 1.

Il tasso di sfruttamento dei tagli ( $V_{sd} / V_{Rd}$ ) risulta sempre inferiore a 1.

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>21 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

## 10.2 VERIFICA CORDOLO DI CORONAMENTO

Per la valutazione delle sollecitazioni di verifica del cordolo di coronamento in c.a. in direzione longitudinale si ipotizza uno schema di calcolo secondo il quale il taglio massimo agente sui micropali (SLU:  $V=10$  kN/m – SLE:  $V=7.68$  kN/m) venga assorbito interamente dal cordolo che funziona come trave continua con una luce pari a tre volte l'interasse dei micropali ( $L=3*0.4=1.2$  m).

In questa ipotesi risulta:

$$q = 10 \text{ kN/m -SLU}$$

$$q = 7.68 \text{ kN/m -SLE}$$

$$M = ql^2/12 \quad (\text{massimo momento flettente di verifica})$$

$$V = 0.5 * q L \quad (\text{massimo taglio di verifica})$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$H = 50 \text{ cm}$$

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s,tesa} = 8\phi 12 = 0.000904 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.00033 \text{ m}^2 \quad [4.1.6.1.1 \text{ NTC2008}]$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.00029 \text{ m}^2 \quad [4.1.6.1.1 \text{ NTC2008}]$$

$$\text{Con } b = 0.5 \text{ m; } d = 0.45 \text{ m}$$

Il quantitativo di armatura trasversale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi da normativa NTC08.

$$A_{sw} = 2 \text{ bracci } \frac{\phi 12}{20} = 1130 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{sw,min} = 1.5 b = 750 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite:

| COMBINAZIONE | ARMATURA DI CALCOLO |                  | Sollecitazioni di calcolo e fattori di sicurezza |         |                  |                  |             |
|--------------|---------------------|------------------|--|---------|------------------|------------------|-------------|
|              | Af long             | Af tras          | q (kN/m)   | M (kNm) | V (kN/m)         | C.F. Flessione   | C.S. Taglio |
| SLU          | (3+3) $\phi 12$     | St. $\phi 12/20$ | 10   | 1.44    | 6.0              | 44.18            | 73          |
|              | Af long             | Af tras          | q (kN/m)   | M (kNm) | $\sigma_c$ (MPa) | $\sigma_f$ (MPa) | w (mm)      |
| SLE          | (3+3) $\phi 12$     | St. $\phi 12/20$ | 7.68   | 1.11    | 0.12             | 6.80             | 0.00        |

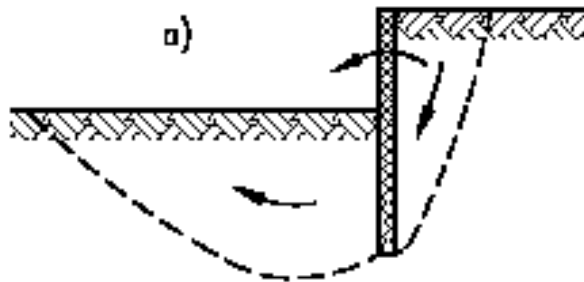
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL     | 01       | C    | 22 di 53    |

## 11. VERIFICHE DI STABILITÀ LOCALE

### 11.1 VERIFICA DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE

La profondità d'infissione della paratia nel terreno è stata definita in modo da assicurare un idoneo incastro nei confronti delle spinte orizzontali.

Nel calcolo dell'opera effettuato agli Stati Limite Ultimi, l'avvenuta convergenza del calcolo all'ultimo step di calcolo già garantisce di per sé la stabilità dell'opera nei riguardi della deformazione rotazionale della paratia (v. fig 11.1):



**Figura 11.1:** Stato limite di rottura per rotazione di paratie

Si riporta qui di seguito il valore del rapporto:

Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva, in termini di percentuale con riferimento agli steps di calcolo più gravosi e alla combinazione A2+M2+R1 in statica e SISMA GEO in condizione dinamica:

#### 11.2.1 Hscavo = 1.40 m: Verifiche GEO delle spinte a valle della paratia

##### **Combinazione statica**

Nella figura seguente è riportato il riepilogo delle spinte per entrambi i lati della paratia secondo Approccio 1 – Combinazione 2.

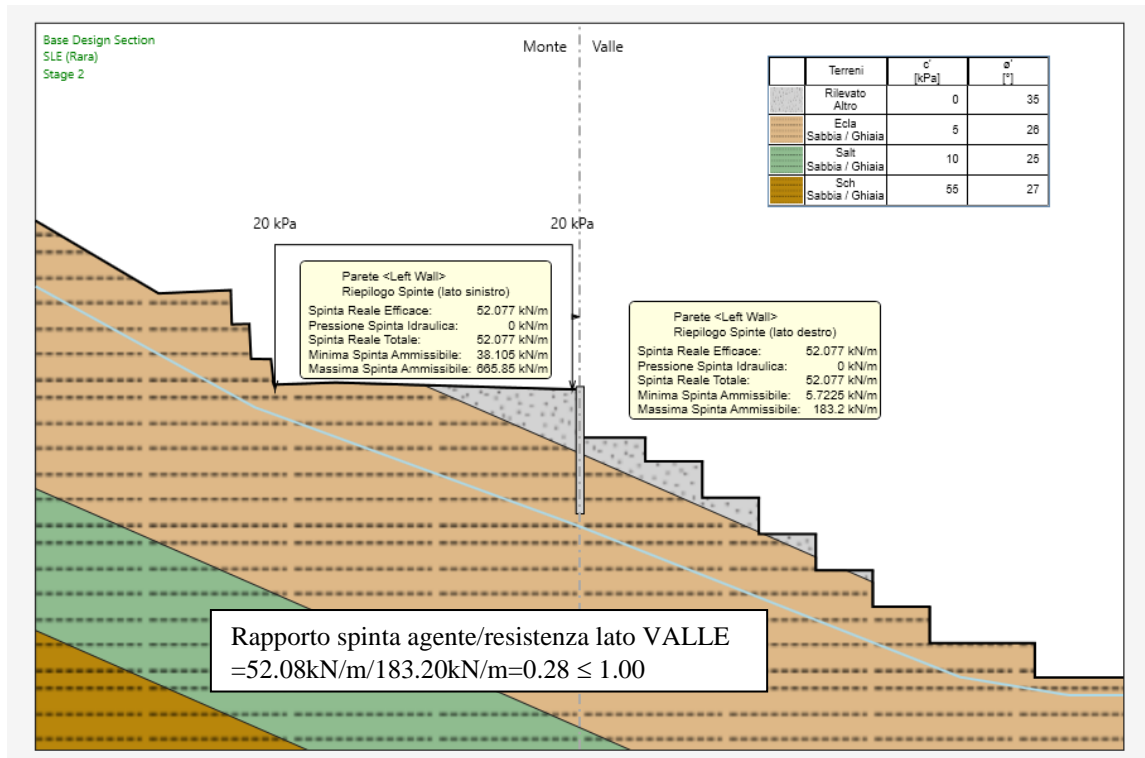


Figura.1: Spinta mobilitata ed ammissibile – Combinazione statica.

Il valore della percentuale è sempre inferiore o uguale a 100%, pertanto l'immorsamento della paratia scelto garantisce una idonea sicurezza nei confronti dello stato limite di rottura considerato.



| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 24 di 53   |

## 12. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DELLA SCARPATA IN CORRISPONDENZA DELLA PARATIA

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante il codice di calcolo Paratia Plus 22.0, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Il coefficiente di sicurezza a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}} \quad \text{coefficiente di sicurezza}$$

La verifica è condotta fornendo parzialmente la superficie di rottura tramite l'imposizione di alcuni vincoli e lasciando al programma la ricerca della superficie più critica nel rispetto dei vincoli forniti: si considerano inclusi, all'interno delle possibili superfici di scorrimento, i 2/3 della lunghezza attiva  $L_a$  dei tiranti ed i 2/3 della lunghezza di infissione  $L_i$  della paratia. Le possibili superfici di scorrimento vengono ricercate per generazione casuale di superfici con inclinazione inclusa fra  $0^\circ$  e  $45^\circ$  dalla verticale all'interno del volume a tergo della paratia, e con inclinazione fra  $0^\circ$  e  $45^\circ$  dall'orizzontale per il volume di terreno a valle della paratia (cfr. figura seguente). Stanti queste ipotesi, il contributo stabilizzante dato dai tiranti è cautelativamente trascurato inoltre, si trascura a favore di sicurezza la resistenza al taglio della paratia e dei tiranti. Pertanto, gli elementi strutturali non sono modellati nelle analisi a stabilità globale.

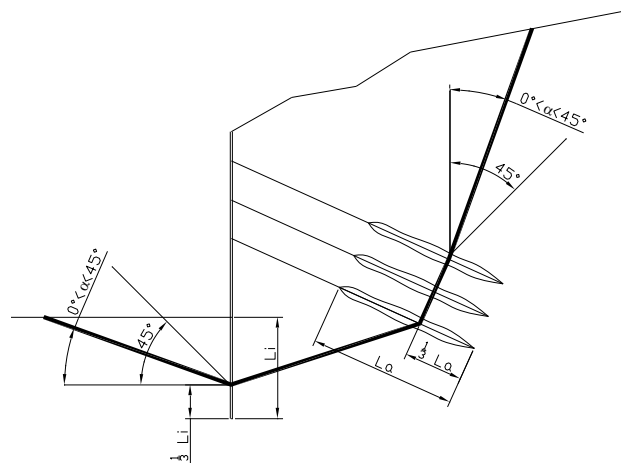


Figura 2– Schema di analisi per le verifiche a stabilità globale delle paratie

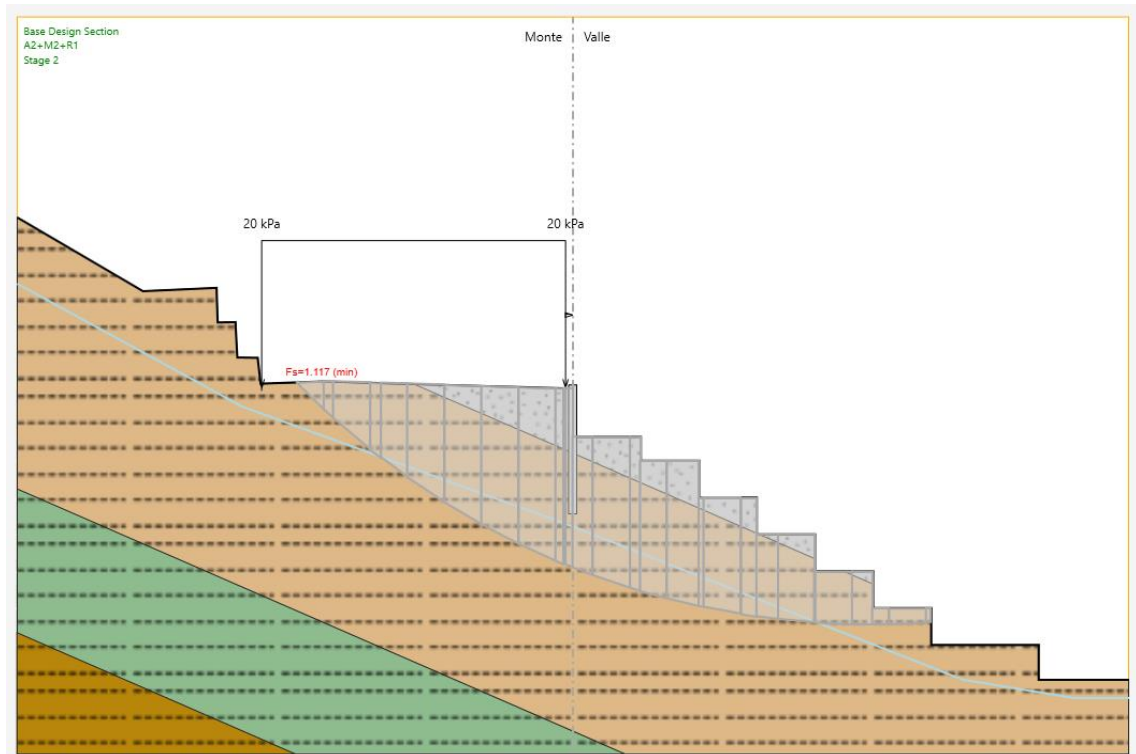
Le verifiche a stabilità globale sono condotte considerando, per ciascuna sezione di calcolo, la fase finale ovvero il raggiungimento della massima profondità di scavo. Le analisi considerate sono:

- agli stati limite ultimi (STATICA:A2+M2+R2), condotte applicando ai valori caratteristici delle azioni  $A_k$  ed ai valori caratteristici dei parametri geotecnici  $M_k$  i coefficienti parziali riportati nel Tab. 6.2.I, 6.2.II del NTC08 e verificando che risulti un fattore di sicurezza minimo a stabilità globale  $FS = 1.1$  (NTC08 - §6.8.2)

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL     | 01       | C    | 25 di 53    |

## 12.1 VERIFICHE IN FASE STATICA

Si riportano i risultati in fase statica. Essendo  $FS=1.117$  la verifica è soddisfatta.



|   |  |               |              |           |               |                |                |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|
|  | <b>2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA</b><br><b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b><br><b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia</b><br>Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo |               |              |           |               |                |                |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc.<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C |

### 13. CONCLUSIONI

Per le verifiche statiche della paratia sono state eseguite le necessarie verifiche strutturali e di stabilità in condizioni statiche

Le verifiche sono state svolte secondo i dettami del D.M. 14.01.2008: “Norme tecniche per le costruzioni”.

Le verifiche strutturali e di stabilità hanno dimostrato l’adeguatezza dell’opera progettata, evidenziando risultati accettabili per quanto riguarda la stabilità globale dell’opera e le sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali).



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA**

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud**

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia**

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>27 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

# ALLEGATO 1



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 28 di 53   |

## PARATIA CON HSCAVO=1.40 M

### FILE DI INPUT

```
* PARATIA ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: SLE (Rara)
* Time:martedì 29 giugno 2021 16:12:39
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL LeftWall_29 0 -3.5 0 1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 0 L LeftWall_29 -3.5 0 1 0
SOIL 0 R LeftWall_29 -3.5 0 2 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (Rilevato_2107232_2404877_L_0)
*
LDATA Rilevato_2107232_2404877_L_0 -0.08 LeftWall_29
ATREST 0.523 0.5 1
WEIGHT 20 11 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 0 35 0 0 0
TZDATA LINEAR 0 0 0 0.5 0
KSCALE 0 0
YOUNG 30000 40000
ENDL
*
* Soil Profile (Ecla_2275133_2275135_L_0)
*
LDATA Ecla_2275133_2275135_L_0 -1.83 LeftWall_29
ATREST 0.562 0.5 1
WEIGHT 19.5 10.5 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 5 26 0 0 0
TZDATA LINEAR 0 0 0 0.5 0
KSCALE 0 0
YOUNG 25000 1.4E+05
ENDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 109 Name=S235 E=210000000 kPa
MATERIAL S235_109 2.1E+08
* Concrete material: 101 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_101 3.1476E+07

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
** rev 2021 and later
BEAM Pali_30 LeftWall_29 -3.5 0 S235_109 0.097115 0.024813 7.6327E-05 1.9106 00 00 0

* 6.2: Supports

* 6.3: Strips
STRIP LeftWall_29 2 2 0.2 8.2 -0.08 20 45

* 7: Defining Steps
STEP Stagel_2388392
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-FRICT=35 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-FRICT=35 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-KA=0.237 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-KP=5.879 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KA=0.196 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KP=5.879 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-FRICT=26 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-FRICT=26 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-KA=0.35 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-KP=3.404 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KA=0.28 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KP=3.404 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-COHE=0 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-COHE=0 LeftWall_29
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-COHE=5 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-COHE=5 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
SETWALL LeftWall_29
GEOM -0.08 -0.08
SURCHARGE 0 0 0 0
WATER -3.8455 0.008423 -3.5 0 0
ADD Pali_30
ENDSTEP

STEP Stage2_2390352
CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KA=0.235 LeftWall_29
CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KA=0.344 LeftWall_29
SETWALL LeftWall_29
GEOM -0.08 -1.4
SURCHARGE 0 -0.08 0 0
WATER -3.8455 0.009436 -3.5 0 0
ENDSTEP
```

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA****3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud****4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia**

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>29 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

**FILE DI OUTPUT**



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 30 di 53   |

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

```
*****
* PARATIE PLUS Non-Linear Spring Engine *
* AN ELASTOPLASTIC FINITE ELEMENT PROGRAM *
* FOR FLEXIBLE EARTH-RETAINING STRUCTURES *
* Written by CEAS s.r.l. (ITALY) *
* with the scientific supervision of *
* Roberto Nova - full professor SOIL MECHANICS *
* at Politecnico di Milano (ITALY) *
*****
* RELEASE 2021.0.0 *Build date:Jan 12, 2021* *
* CEAS S.R.L VIALE GIUSTINIANO 10 *
* 20129 M I L A N O (ITALIA) *
* TEL. +39 02 2020221 *
* email bruno.becci@ceas.it *
* Web Page www.ceas.it www.paratieplus.com *
*****
```

```
JOB : ParatiePlus
STARTING
ACCEPTED <FILE,GENW >
ACCEPTED <FILE,PLOTTER,BINARY >
ACCEPTED <SOLVE TOTAL STRESS >
ACCEPTED <PARAM ITEM#X 40 >
ACCEPTED <CONTROL HINGES 0 0.0001 0.001 >
```

```
*****
* WARNING : PORE PRESSURES ARE AUTOMATICALLY COMPUTED *
* BY THE PROGRAM. *
*****
```

PRELIMINARY OPERATIONS CPU TIME 0.01 [sec]



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>31 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

INPUT FILE HAS BEEN GENERATED BY WALGEN PROGRAM

New Project

NO. OF NODAL POINTS (NUMNP) ..... 19  
NO. OF COORDINATES (NCOORD) ..... 2  
NO. OF NODE DOFS (NDOF) ..... 2  
NO. OF EQUATIONS (NEQ) ..... 38  
NO. OF CONSTRAINTS CARDS (NVINC) ..... 0  
NO. OF ELEMENT GROUPS (NEG) ..... 3  
NO. OF SOLUTION STEPS (NSTE) ..... 2  
NO. OF ELEMENT SETS ATTACHED TO SLAVE NODES ... 0  
NO. OF RECORD FROM WALGEN ..... 65  
NO. OF LONG NAMES (LASTNAME) ..... 12  
LENGTH UNIT CHOICE ..... 3 (M )  
FORCE UNIT CHOICE ..... 3 (KN )  
MAX PORE PRESSURE TABLE LENGTH ..... 1  
MAX INELASTIC DISPL. TABLE LENGTH ..... 0  
NO. OF ELEMENT GROUPS REQUIRING ADD. SLIP DOF . 0

IDOFA (01) = 2 Y-DISPL.F  
IDOFA (02) = 4 X-ROT. F

RELEVANT ITEMS UNITS

STRESSES kPa  
Y-DISPLACEMENTS m  
ROTATIONS RADIANS  
BEAM AND SLAB MOMENTS kN\*m/m  
BEAM SHEAR FORCES kN/m  
ANCHOR FORCES kN/m  
AXIAL FORCES IN TRUSSES kN/m  
AXIAL FORCES SPRINGS kN/m  
Y-REACTIONS kN/m  
X-MOMENT REACTIONS kN\*m/m  
ETC.





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 32 di 53   |

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

P R E P R O C E S S O R D A T A

N O . O F C O M M A N D S 65

```
1 : UNIT m kN
2 : TITLE New Project
3 : DELTA 0.2
4 : option param itemax 40
5 : option control hinges 0 0.0001 0.001
6 : WALL LeftWall_29 0 -3.5 0 1
7 : SOIL 0_L LeftWall_29 -3.5 0 1 0
8 : SOIL 0_R LeftWall_29 -3.5 0 2 180
9 : LDATA Rilevato_2107232_2404877_L_0 -0.08 LeftWall_29
10 : ATREST 0.523 0.5 1
11 : WEIGHT 20 11 10
12 : PERMEABILITY 1E-05
13 : RESISTANCE 0 35 0 0 0
14 : TZDATA LINEAR 0 0 0 0.5 0
15 : KSCALE 0 0
16 : YOUNG 30000 40000
17 : ENDL
18 : LDATA Ecla_2275133_2275135_L_0 -1.83 LeftWall_29
19 : ATREST 0.562 0.5 1
20 : WEIGHT 19.5 10.5 10
21 : PERMEABILITY 1E-07
22 : RESISTANCE 5 26 0 0 0
23 : TZDATA LINEAR 0 0 0 0.5 0
24 : KSCALE 0 0
25 : YOUNG 25000 1.4E+05
26 : ENDL
27 : MATERIAL S235_109 2.1E+08
28 : MATERIAL C2530_101 3.1476E+07
29 : BEAM Pali_30 LeftWall_29 -3.5 0 S235_109 0.097115 0.024813 7.6327E-05 1.9106 00 00 0
30 : STRIP LeftWall_29 2 2 0.2 8.2 -0.08 20 45
31 : STEP Stage1_2388392
32 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-FRICT=35 LeftWall_29
33 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-FRICT=35 LeftWall_29
34 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-KA=0.237 LeftWall_29
35 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-KP=5.879 LeftWall_29
36 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KA=0.196 LeftWall_29
37 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KP=5.879 LeftWall_29
38 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-FRICT=26 LeftWall_29
39 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-FRICT=26 LeftWall_29
40 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-KA=0.35 LeftWall_29
41 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-KP=3.404 LeftWall_29
42 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KA=0.28 LeftWall_29
43 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KP=3.404 LeftWall_29
44 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-COHE=0 LeftWall_29
45 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
46 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-COHE=0 LeftWall_29
47 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
48 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-COHE=5 LeftWall_29
49 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
50 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-COHE=5 LeftWall_29
51 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
52 : SETWALL LeftWall_29
53 : GEOM -0.08 -0.08
54 : SURCHARGE 0 0 0 0
55 : WATER -3.8455 0.008423 -3.5 0 0
56 : ADD Pali_30
57 : ENDSTEP
58 : STEP Stage2_2390352
59 : CHANGE Rilevato_2107232_2404877_L_0 D-KA=0.235 LeftWall_29
60 : CHANGE Ecla_2275133_2275135_L_0 D-KA=0.344 LeftWall_29
61 : SETWALL LeftWall_29
62 : GEOM -0.08 -1.4
63 : SURCHARGE 0 -0.08 0 0
64 : WATER -3.8455 0.009436 -3.5 0 0
65 : ENDSTEP
```



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>33 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus

Exe Time :29 June 2021 16:12:39

N O D A L P O I N T D A T A

| NODE | Y-COORD | Z-COORD / NODE | Y-COORD | Z-COORD / NODE | Y-COORD    | Z-COORD / NODE | Y-COORD | Z-COORD /  |    |        |            |
|------|---------|----------------|---------|----------------|------------|----------------|---------|------------|----|--------|------------|
| 1    | 0.0000  | 0.0000 /       | 2       | 0.0000         | -0.20000 / | 3              | 0.0000  | -0.40000 / | 4  | 0.0000 | -0.60000 / |
| 5    | 0.0000  | -0.80000 /     | 6       | 0.0000         | -1.0000 /  | 7              | 0.0000  | -1.2000 /  | 8  | 0.0000 | -1.4000 /  |
| 9    | 0.0000  | -1.6000 /      | 10      | 0.0000         | -1.8000 /  | 11             | 0.0000  | -2.0000 /  | 12 | 0.0000 | -2.2000 /  |
| 13   | 0.0000  | -2.4000 /      | 14      | 0.0000         | -2.6000 /  | 15             | 0.0000  | -2.8000 /  | 16 | 0.0000 | -3.0000 /  |
| 17   | 0.0000  | -3.2000 /      | 18      | 0.0000         | -3.4000 /  | 19             | 0.0000  | -3.5000 /  |    |        |            |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>34 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                               ParatiePlus
                               Exe Time :29 June 2021   16:12:39
-----
ELEMENT GROUP NO.  1

0_L
5 19 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 : 0 0 0 0 0
-----
.....2D PLASTIC SOIL .....
-----

element group behaviour throughout stage analysis

stage  status
-----
1  active
2  active

material set no.  1

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

material set no.  2

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

element data

el  n  mat  area  ....  ....  ....  flag
-----
1  1  1  0.1000  0.000  0.000  0.000  1.000
2  2  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
3  3  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
4  4  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
5  5  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
6  6  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
7  7  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
8  8  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
9  9  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
10 10 1  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
11 11 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
12 12 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
13 13 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
14 14 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
15 15 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
16 16 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
17 17 2  0.2000  0.000  0.000  0.000  1.000
18 18 2  0.1500  0.000  0.000  0.000  1.000
19 19 2  0.5000E-01 0.000  0.000  0.000  1.000

```



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>35 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                               ParatiePlus
                               Exe Time :29 June 2021   16:12:39
-----
ELEMENT GROUP NO.  2

O_R
 5 19 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 : 0 0 0 0 0
-----
.....2D PLASTIC SOIL .....
-----

element group behaviour throughout stage analysis

stage  status
-----
 1  active
 2  active

material set no.  1

prop( 1) angle           180.000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

material set no.  2

prop( 1) angle           180.000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

element data

  el  n  mat  area  ....  ....  ....  flag
-----
 1  1  1  0.1000  0.000  0.000  0.000  2.000
 2  2  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 3  3  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 4  4  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 5  5  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 6  6  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 7  7  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 8  8  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 9  9  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
10 10  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
11 11  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
12 12  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
13 13  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
14 14  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
15 15  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
16 16  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
17 17  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
18 18  2  0.1500  0.000  0.000  0.000  2.000
19 19  2  0.5000E-01 0.000  0.000  0.000  2.000

```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia**  
 Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>36 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                        ParatiePlus
                        Exe Time :29 June 2021      16:12:39
-----
ELEMENT GROUP NO.  3

Pali_30
2 18 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
-----
.....2D WALL ELEMENT.....
-----

element group behaviour throughout stage analysis

stage  status
-----
1  active
2  active

material set no.  1

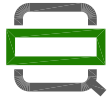
prop(1) young modulus      0.210000E+09
prop(2) modification time  0.00000
prop(3) new young modulus  0.00000
prop(4) poisson ratio      0.00000
prop(5) future .....0.154100E-43

no. of step variable items:  1
step  inertia multiplier
-----
1  1.000
2  1.000

element data

el  na  nb  mat  erc1  erc2  thick  area  inertia  wgt(-z)  by-i  by-j
-----
1  1  2  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
2  2  3  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
3  3  4  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
4  4  5  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
5  5  6  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
6  6  7  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
7  7  8  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
8  8  9  1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
9  9  10 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
10 10 11 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
11 11 12 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
12 12 13 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
13 13 14 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
14 14 15 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
15 15 16 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
16 16 17 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
17 17 18 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000
18 18 19 1  0.000  0.000  0.9712E-01  0.2481E-01  0.7633E-04  1.911  0.000  0.000

```



**GUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>37 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

NO. OF NODAL LOADS (NLOAD) ..... 0  
NO. OF LOAD CURVES (NLCUR) ..... 4  
MAXIMUM POINTS/LCURVE (NPTM) ..... 5



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>38 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus

Exe Time :29 June 2021 16:12:39

L O A D     D A T A

LOAD FUNCTION NUMBER = 1  
NUMBER OF TIME POINTS = 5

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 1.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

LOAD FUNCTION NUMBER = 2  
NUMBER OF TIME POINTS = 5

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 2.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

LOAD FUNCTION NUMBER = 3  
NUMBER OF TIME POINTS = 4

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

LOAD FUNCTION NUMBER = 4  
NUMBER OF TIME POINTS = 4

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

NO. OF DISTRIBUTED LOAD CARDS     0



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>39 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus

Exe Time :29 June 2021 16:12:39

L O A D B A L A N C E

|      |   |                            |   |           |           |
|------|---|----------------------------|---|-----------|-----------|
| STEP | 1 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 2 | Y-DISPL.F | 0.0000000 |
| STEP | 1 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 4 | X-ROT.F   | 0.0000000 |
| STEP | 2 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 2 | Y-DISPL.F | 0.0000000 |
| STEP | 2 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 4 | X-ROT.F   | 0.0000000 |

LOAD INPUT SECTION COMPLETED





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>40 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

NO. OF LAYERS ..... 2  
NO. OF DATA PER LAYER..... 160



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.diPag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 41 di 53   |

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 1

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 1

|          |              |                |              |   |
|----------|--------------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1<NAME       | >= 8.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2<NATURE     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3<LEVEL      | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4<WALL       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5<GAMMAD     | >= 20.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6<GAMMAB     | >= 11.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7<GAMMAW     | >= 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9<U-FRICT    | >= 35.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10<U-KA      | >= 0.23700     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11<U-KP      | >= 5.8790      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12<KO-NC     | >= 0.52300     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13<NEXP      | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14<OCR       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16<MODEL     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17<EVC       | >= 30000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18<EUR       | >= 40000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27<U-PERM    | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 61<U-TZALPH  | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 82<D-NATURE  | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 83<D-LEVEL   | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 89<D-FRICT   | >= 35.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 90<D-KA      | >= 0.19600     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 91<D-KP      | >= 5.8790      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 107<D-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 141<D-TZALPH | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 1

|          |              |                |              |   |
|----------|--------------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1<NAME       | >= 9.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2<NATURE     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3<LEVEL      | >= -1.8300     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4<WALL       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5<GAMMAD     | >= 19.500      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6<GAMMAB     | >= 10.500      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7<GAMMAW     | >= 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 8<U-COHE     | >= 5.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9<U-FRICT    | >= 26.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10<U-KA      | >= 0.35000     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11<U-KP      | >= 3.4040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12<KO-NC     | >= 0.56200     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13<NEXP      | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14<OCR       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16<MODEL     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17<EVC       | >= 25000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18<EUR       | >= 0.14000E+06 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27<U-PERM    | >= 0.10000E-06 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 61<U-TZALPH  | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 82<D-NATURE  | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 83<D-LEVEL   | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 88<D-COHE    | >= 5.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 89<D-FRICT   | >= 26.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 90<D-KA      | >= 0.28000     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 91<D-KP      | >= 3.4040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 107<D-PERM   | >= 0.10000E-06 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 141<D-TZALPH | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 2

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 2

|          |              |                |              |   |
|----------|--------------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1<NAME       | >= 8.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2<NATURE     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3<LEVEL      | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4<WALL       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5<GAMMAD     | >= 20.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6<GAMMAB     | >= 11.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7<GAMMAW     | >= 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9<U-FRICT    | >= 35.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10<U-KA      | >= 0.23700     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11<U-KP      | >= 5.8790      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12<KO-NC     | >= 0.52300     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13<NEXP      | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14<OCR       | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16<MODEL     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17<EVC       | >= 30000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18<EUR       | >= 40000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27<U-PERM    | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 61<U-TZALPH  | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 82<D-NATURE  | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 83<D-LEVEL   | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 89<D-FRICT   | >= 35.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 90<D-KA      | >= 0.23500     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 91<D-KP      | >= 5.8790      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 107<D-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 141<D-TZALPH | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 2

|          |           |            |              |   |
|----------|-----------|------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1<NAME    | >= 9.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2<NATURE  | >= 1.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3<LEVEL   | >= -1.8300 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4<WALL    | >= 1.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5<GAMMAD  | >= 19.500  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6<GAMMAB  | >= 10.500  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7<GAMMAW  | >= 10.000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 8<U-COHE  | >= 5.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9<U-FRICT | >= 26.000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10<U-KA   | >= 0.35000 | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11<U-KP   | >= 3.4040  | WALL NO.     | 1 |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|--------|----------|------|-------------|
| L0703 | 213    | E       | 16  | OS0023 | REL    | 01       | C    | 42 di 53    |

ITEM NO. 12<K0-NC >= 0.56200 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 13<NEXP >= 0.50000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 14<OCR >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 16<MODEL >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 17<EVC >= 25000. (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 18<EUR >= 0.14000E+06 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 27<U-PERM >= 0.10000E-06 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 61<U-TZALPH>= 0.50000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 82<D-NATURE>= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 83<D-LEVEL >= 0.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 88<D-COHE >= 5.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 89<D-FRICT >= 26.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 90<D-KA >= 0.34400 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 91<D-KP >= 3.4040 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 107<D-PERM >= 0.10000E-06 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 141<D-TZALPH>= 0.50000 (BOTH WALLS)

DEFAULT WATER UNIT WEIGHT = 10.000  
 AVERAGED ON 4 VALUES



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>43 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

### PHASE DESCRIPTORS

```
STEP NO.      1 no. of subincrements      1
              LEFT WALL      RIGHT WALL
Y              0.000          -0.9990E+30
Z-PC          -0.8000E-01      0.000
Z-EXCAVATION  -0.8000E-01      0.000
Z-WATER TABLE -3.845          -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000          0.000
ZQ            0.000          0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.8423E-02      0.000
QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE 0.000          0.000
ZQS          0.000          -0.9990E+30
ZCUT         0.000          0.000
BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES -3.500          -3.500
WATER BEHAVIOUR FLAG (LINING OPT) 0.000          0.000
PORE UPDATE FLAG 0.000          0.000
PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs) 0.000          0.000
lateral thrusts reduction elevatio 0.000          0.000
Downhill reduction factor for effe 0.000          0.000
Downhill reduction factor for pore 0.000          0.000
Uphill reduction factor for effect 0.000          0.000
Uphill reduction factor for pore p 0.000          0.000
SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Rh [g] 0.000          0.000
UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g] 0.000          0.000
DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g] 0.000          0.000
UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000          0.000
UPHILL DELTA/PHI RATIO 0.000          0.000
DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000          0.000
DOWNHILL DELTA/PHI RATIO 0.000          0.000
DYN.WATER BEHAVIOUR 0.000          0.000
Excess pore pressure RATIO Ru 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL 0.000          0.000
```

====end of step 1

```
STEP NO.      2 no. of subincrements      1
              LEFT WALL      RIGHT WALL
Y              0.000          -0.9990E+30
Z-PC          -0.8000E-01      0.000
Z-EXCAVATION  -1.400          0.000
Z-WATER TABLE -3.845          -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000          0.000
ZQ            -0.8000E-01      0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.9436E-02      0.000
QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE 0.000          0.000
ZQS          0.000          -0.9990E+30
ZCUT         0.000          0.000
BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES -3.500          -3.500
WATER BEHAVIOUR FLAG (LINING OPT) 0.000          0.000
PORE UPDATE FLAG 0.000          0.000
PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs) 0.000          0.000
lateral thrusts reduction elevatio 0.000          0.000
Downhill reduction factor for effe 0.000          0.000
Downhill reduction factor for pore 0.000          0.000
Uphill reduction factor for effect 0.000          0.000
Uphill reduction factor for pore p 0.000          0.000
SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Rh [g] 0.000          0.000
UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g] 0.000          0.000
DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g] 0.000          0.000
UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000          0.000
UPHILL DELTA/PHI RATIO 0.000          0.000
DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000          0.000
DOWNHILL DELTA/PHI RATIO 0.000          0.000
DYN.WATER BEHAVIOUR 0.000          0.000
Excess pore pressure RATIO Ru 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL 0.000          0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL 0.000          0.000
```

====end of step 2

### LEFT-HAND WALL

LOWER LEVEL -3.50000  
UPPER LEVEL 0.00000

### RIGHT-HAND WALL

LOWER LEVEL -3.50000  
UPPER LEVEL 0.00000



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>44 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus

Exe Time :29 June 2021 16:12:39

### INITIAL STRESS TABLES

#### SECTION

NUMBER OF DEFINED TABLES 1

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO. 1  
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD 0.0000

ACTIVATION TIME 2.0000  
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED) 2.0000

#### TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY) 0.2000000000000000  
FOUNDATION WIDTH (B) 8.2000000000000000  
ZETA-F..... -8.0000000000000000E-002  
Q-F..... 20.0000000000000000  
BETA..... 45.0000000000000000  
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING) 0.0000000000000000E+000

ELEMENT GROUPS BACKUP AREA CAN STAY IN CORE AT  
POSITION 2073

NO. OF D.P.W FOR THIS AREA 2913  
MAX NO. OF D.P.W. AVAILABLE 81920  
\*\* MAX NO OF ITERATIONS SET TO 40

ITER 0 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 609.3 RIMNOR= 0.000  
RENORM= 0.000 REMNOR= 0.000 RATIO = 0.000 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !  
RFMAX = 6.937 RMMAX = 0.000  
RTSMAL=0.1000E-04 RMSMAL= 0.000  
RDT = 609.3 RDR = 0.000  
RATIOT= 0.000 RATOR= 0.000  
MAX UN= 0.000 IEQ= 38 NODE 19 DOF 2 X-ROT. F  
MIN UN= 0.000 IEQ= 1 NODE 1 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 1 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 609.3 RIMNOR= 0.000  
RENORM= 0.000 REMNOR= 0.000 RATIO = 0.000 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !  
RFMAX = 6.937 RMMAX = 0.000  
RTSMAL=0.1000E-04 RMSMAL= 0.000  
RDT = 609.3 RDR = 0.000  
RATIOT= 0.000 RATOR= 0.000  
MAX UN= 0.000 IEQ= 38 NODE 19 DOF 2 X-ROT. F  
MIN UN= 0.000 IEQ= 1 NODE 1 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 2 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 609.3 RIMNOR= 0.000  
RENORM= 0.000 REMNOR= 0.000 RATIO = 0.000 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !  
RFMAX = 6.937 RMMAX = 0.000  
RTSMAL=0.1000E-04 RMSMAL= 0.000  
RDT = 609.3 RDR = 0.000  
RATIOT= 0.000 RATOR= 0.000  
MAX UN= 0.000 IEQ= 38 NODE 19 DOF 2 X-ROT. F  
MIN UN= 0.000 IEQ= 1 NODE 1 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>45 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

```
-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                               ParatiePlus
                               Exe Time :29 June 2021   16:12:39
-----

New Project
SOLUTION REACHED USING      2 ITERATIONS ON      40

P R I N T   O U T   F O R   T I M E   S T E P   1   (   A T   T I M E   1.000   )   S U B I N C R E M E N T   00001/00001

PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

      Y-DISPL.F      X-ROT. F
      02             04

ALL NODAL POINTS HAVE ZERO DISPLACEMENT COMPONENTS
```





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia**  
 Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>47 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 ParatiePlus  
 Exe Time :29 June 2021 16:12:39

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 2

O\_R :  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 19  
 CURRENT TIME IS 1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *<br>UFACTOR<br>ZD | FORCE<br>Peq<br>ZPL | DISPL-Y<br>Su_a<br>Kz | VERTICAL-P<br>Su_p | HORIZON.-P<br>Su_p | MAX-V-P<br>Cohes_a | MAX-H-P<br>Cohes_p | LAYER                        | STATE  | STIFFNESS  | Z-LEVEL<br>ZFO | PORE<br>QS | E FACTOR<br>QSL |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------|------------|----------------|------------|-----------------|
| 1                     | 0.000               | --                    | --                 | --                 | --                 | --                 | REMOVED                      | --     | 0.000      | 0.000          | 1.000      |                 |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | not available                | --     | 0.000      | 0.000          | 1.000      |                 |
| 2 D                   | 0.2510              | 0.000                 | 2.400              | 1.255              | 2.400              | 2.400              | 1.255                        | V-C    | 6.6930E+04 | -0.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 1.255               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 3 D                   | 0.6694              | 0.000                 | 6.400              | 3.347              | 6.400              | 6.400              | 3.347                        | V-C    | 6.6930E+04 | -0.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 3.347               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 4 D                   | 1.088               | 0.000                 | 10.40              | 5.439              | 10.40              | 10.40              | 5.439                        | V-C    | 6.6930E+04 | -0.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 5.439               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 5 D                   | 1.506               | 0.000                 | 14.40              | 7.531              | 14.40              | 14.40              | 7.531                        | V-C    | 6.6930E+04 | -0.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 7.531               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 6 D                   | 1.925               | 0.000                 | 18.40              | 9.623              | 18.40              | 18.40              | 9.623                        | V-C    | 6.6930E+04 | -1.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 9.623               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 7 D                   | 2.343               | 0.000                 | 22.40              | 11.72              | 22.40              | 22.40              | 11.72                        | V-C    | 6.6930E+04 | -1.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 11.72               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 8 D                   | 2.761               | 0.000                 | 26.40              | 13.81              | 26.40              | 26.40              | 13.81                        | V-C    | 6.6930E+04 | -1.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 13.81               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 9 D                   | 3.180               | 0.000                 | 30.40              | 15.90              | 30.40              | 30.40              | 15.90                        | V-C    | 6.6930E+04 | -1.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 15.90               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 10 D                  | 3.598               | 0.000                 | 34.40              | 17.99              | 34.40              | 34.40              | 17.99                        | V-C    | 6.6930E+04 | -1.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 17.99               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 11 D                  | 4.307               | 0.000                 | 38.31              | 21.53              | 38.31              | 38.31              | 21.53                        | V-C    | 6.6950E+04 | -2.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 21.53               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 12 D                  | 4.745               | 0.000                 | 42.22              | 23.72              | 42.22              | 42.22              | 23.72                        | V-C    | 6.6950E+04 | -2.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 23.72               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 13 D                  | 5.183               | 0.000                 | 46.11              | 25.92              | 46.11              | 46.11              | 25.92                        | V-C    | 6.6950E+04 | -2.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 25.92               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 14 D                  | 5.622               | 0.000                 | 50.02              | 28.11              | 50.02              | 50.02              | 28.11                        | V-C    | 6.6950E+04 | -2.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 28.11               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 15 D                  | 6.060               | 0.000                 | 53.91              | 30.30              | 53.91              | 53.91              | 30.30                        | V-C    | 6.6950E+04 | -2.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 30.30               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 16 D                  | 6.498               | 0.000                 | 57.81              | 32.49              | 57.81              | 57.81              | 32.49                        | V-C    | 6.6950E+04 | -3.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 32.49               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 17 D                  | 6.937               | 0.000                 | 61.72              | 34.68              | 61.72              | 61.72              | 34.68                        | V-C    | 6.6950E+04 | -3.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 34.68               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 18 D                  | 5.531               | 0.000                 | 65.62              | 36.88              | 65.62              | 65.62              | 36.88                        | V-C    | 6.6950E+04 | -3.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 36.88               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |
| 19 D                  | 1.899               | 0.000                 | 67.56              | 37.97              | 67.56              | 67.56              | 37.97                        | V-C    | 6.6950E+04 | -3.5000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 37.97               | 0.000                 | 0.000              | 0.000              | 0.000              | 0.000              | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     |                 |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             | 0.0000             |                              |        |            |                |            |                 |





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>48 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 3

Pali 30  
ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 18  
CURRENT TIME IS 1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

| EL     | TA                                   | TB               | MA                | MB                              |
|--------|--------------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 2      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 3      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 4      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 5      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 6      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 7      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 8      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 9      | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 10     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 11     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 12     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 13     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 14     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 15     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 16     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 17     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| 18     | 0.0000                               | 0.0000           | 0.0000            | 0.0000                          |
| ITER 0 | RNORM = 0.000                        | RMNORM= 0.000    |                   |                                 |
|        | RINORM= 622.4                        | RIMNOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | RENORM= 143.2                        | REMNR= 0.000     | RATIO =0.4796     | TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED |
|        | RFMAX = 8.354                        | RMMAX = 0.000    |                   |                                 |
|        | RTSMAL=0.1000E-04                    | RMSMAL= 0.000    |                   |                                 |
|        | RDT = 622.4                          | RDR = 0.000      |                   |                                 |
|        | RATIOT=0.4796                        | RATIOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | MAX UN= 3.915                        | IEQ= 15 NODE     | 8 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | MIN UN= 0.000                        | IEQ= 1 NODE      | 1 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS |                  | 0                 |                                 |
| ITER 2 | RNORM = 0.000                        | RMNORM= 0.000    |                   |                                 |
|        | RINORM= 622.4                        | RIMNOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | RENORM= 6.588                        | REMNR=0.6435E-25 | RATIO =0.1029     | TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED |
|        | RFMAX = 8.354                        | RMMAX = 0.000    |                   |                                 |
|        | RTSMAL=0.1000E-04                    | RMSMAL= 0.000    |                   |                                 |
|        | RDT = 622.4                          | RDR = 0.000      |                   |                                 |
|        | RATIOT=0.1029                        | RATIOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | MAX UN= 1.766                        | IEQ= 3 NODE      | 2 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | MIN UN=-.2069E-11                    | IEQ= 13 NODE     | 7 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS |                  | 0                 |                                 |
| ITER 3 | RNORM = 0.000                        | RMNORM= 0.000    |                   |                                 |
|        | RINORM= 622.4                        | RIMNOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | RENORM= 6.956                        | REMNR=0.2579E-24 | RATIO =0.1057     | TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED |
|        | RFMAX = 8.354                        | RMMAX = 0.000    |                   |                                 |
|        | RTSMAL=0.1000E-04                    | RMSMAL= 0.000    |                   |                                 |
|        | RDT = 622.4                          | RDR = 0.000      |                   |                                 |
|        | RATIOT=0.1057                        | RATIOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | MAX UN= 2.246                        | IEQ= 13 NODE     | 7 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | MIN UN=-.4838E-11                    | IEQ= 5 NODE      | 3 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS |                  | 0                 |                                 |
| ITER 4 | RNORM = 0.000                        | RMNORM= 0.000    |                   |                                 |
|        | RINORM= 622.4                        | RIMNOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | RENORM= 1.345                        | REMNR=0.3866E-24 | RATIO =0.4649E-01 | TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED |
|        | RFMAX = 8.354                        | RMMAX = 0.000    |                   |                                 |
|        | RTSMAL=0.1000E-04                    | RMSMAL= 0.000    |                   |                                 |
|        | RDT = 622.4                          | RDR = 0.000      |                   |                                 |
|        | RATIOT=0.4649E-01                    | RATIOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | MAX UN=0.9435                        | IEQ= 19 NODE     | 10 DOF            | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | MIN UN=-.1212                        | IEQ= 35 NODE     | 18 DOF            | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS |                  | 0                 |                                 |
| ITER 5 | RNORM = 0.000                        | RMNORM= 0.000    |                   |                                 |
|        | RINORM= 622.4                        | RIMNOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | RENORM=0.1058E-21                    | REMNR=0.2426E-24 | RATIO =0.4123E-12 | TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !   |
|        | RFMAX = 8.354                        | RMMAX = 0.000    |                   |                                 |
|        | RTSMAL=0.1000E-04                    | RMSMAL= 0.000    |                   |                                 |
|        | RDT = 622.4                          | RDR = 0.000      |                   |                                 |
|        | RATIOT=0.4123E-12                    | RATIOR= 0.000    |                   |                                 |
|        | MAX UN=0.6746E-11                    | IEQ= 3 NODE      | 2 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | MIN UN=-.5350E-11                    | IEQ= 5 NODE      | 3 DOF             | 1 Y-DISPL.F                     |
|        | NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS |                  | 0                 |                                 |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>49 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

New Project

SOLUTION REACHED USING 5 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 2 ( AT TIME 2.000 ) SUBINCREMENT 00001/00001

PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

|    | Y-DISPL.F<br>02 | X-ROT. F<br>04 |
|----|-----------------|----------------|
| 1  | 1.7724118E-03   | -7.5050513E-04 |
| 2  | 1.6223108E-03   | -7.5050513E-04 |
| 3  | 1.4722217E-03   | -7.5032582E-04 |
| 4  | 1.3222498E-03   | -7.4910643E-04 |
| 5  | 1.1727631E-03   | -7.4512678E-04 |
| 6  | 1.0245460E-03   | -7.3594272E-04 |
| 7  | 8.7893806E-04   | -7.1847872E-04 |
| 8  | 7.3794911E-04   | -6.8909636E-04 |
| 9  | 6.0437285E-04   | -6.4361400E-04 |
| 10 | 4.8157371E-04   | -5.8207855E-04 |
| 11 | 3.7231742E-04   | -5.0890321E-04 |
| 12 | 2.7839791E-04   | -4.2994558E-04 |
| 13 | 2.0024609E-04   | -3.5238435E-04 |
| 14 | 1.3689645E-04   | -2.8303892E-04 |
| 15 | 8.6071713E-05   | -2.2807567E-04 |
| 16 | 4.4454545E-05   | -1.9128705E-04 |
| 17 | 8.3729755E-06   | -1.7225457E-04 |
| 18 | -2.5311732E-05  | -1.6618607E-04 |
| 19 | -4.1908710E-05  | -1.6586413E-04 |





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia**  
 Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>51 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 ParatiePlus  
 Exe Time :29 June 2021 16:12:39

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 2

O\_R :  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 19  
 CURRENT TIME IS 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *<br>UFACTOR<br>ZD | FORCE<br>Peq<br>ZPL | DISPL-Y<br>Su_a<br>Kz | VERTICAL-P<br>Su_p | HORIZON.-P<br>Cohes_a | MAX-V-P<br>Cohes_p | MAX-H-P<br>LAYER | STATE                        | STIFFNESS  | Z-LEVEL<br>ZFO | PORE<br>QS | E FACTOR<br>QSL |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------|------------------------------|------------|----------------|------------|-----------------|
| 1                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | 0.000          | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | 0.000          | 0.000      | 1.000           |
| 2                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -0.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -0.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 3                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -0.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -0.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 4                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -1.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -1.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 5                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -1.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -1.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 6                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -1.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -2.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 7                     | 0.000               | --                    | --                 | --                    | --                 | --               | REMOVED                      | --         | -2.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | not available                | --         | -2.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 8 D                   | 0.000               | 7.3795E-04            | 0.000              | 0.000                 | 26.40              | 13.81            | PASSIVE                      | 0.000      | -1.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 0.000               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 9 D                   | 3.805               | 6.0437E-04            | 4.000              | 19.03                 | 30.40              | 19.03            | V-C                          | 1.7747E+04 | -1.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 19.03               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 10 D                  | 3.910               | 4.8157E-04            | 8.000              | 19.55                 | 34.40              | 19.55            | V-C                          | 1.7747E+04 | -1.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 19.55               | 0.000                 | 0.000              | 0.000                 | 0.000              | 0.000            | Rilevato_2107232_2404877_L_0 | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 11 D                  | 5.288               | 3.7232E-04            | 11.92              | 26.44                 | 38.31              | 26.44            | V-C                          | 1.7752E+04 | -2.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 26.44               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 12 D                  | 5.405               | 2.7840E-04            | 15.82              | 27.02                 | 42.22              | 27.02            | V-C                          | 1.7752E+04 | -2.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 27.02               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 13 D                  | 5.574               | 2.0025E-04            | 19.71              | 27.87                 | 46.11              | 27.87            | V-C                          | 1.7752E+04 | -2.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 27.87               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 14 D                  | 5.794               | 1.3690E-04            | 23.62              | 28.97                 | 50.02              | 28.97            | V-C                          | 1.7752E+04 | -2.6000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 28.97               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 15 D                  | 6.040               | 8.6072E-05            | 27.52              | 30.20                 | 53.91              | 30.20            | UL-RL                        | 9.9411E+04 | -2.8000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 30.20               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 16 D                  | 5.674               | 4.4455E-05            | 31.41              | 28.37                 | 57.81              | 32.49            | UL-RL                        | 9.9411E+04 | -3.0000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 28.37               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 17 D                  | 5.414               | 8.3730E-06            | 35.32              | 27.07                 | 61.72              | 34.68            | UL-RL                        | 9.9411E+04 | -3.2000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 27.07               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 18 D                  | 3.899               | -2.5312E-05           | 39.22              | 25.99                 | 65.62              | 36.88            | UL-RL                        | 9.9411E+04 | -3.4000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 25.99               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |
| 19 D                  | 1.274               | -4.1909E-05           | 41.16              | 25.47                 | 67.56              | 37.97            | UL-RL                        | 9.9411E+04 | -3.5000        | 0.000      | 1.000           |
| 1.000                 | 25.47               | 0.000                 | 0.000              | 5.000                 | 5.000              | 5.000            | Ecla_2275133_2275135_L_0     | 0.0000     | 0.0000         | 0.0000     | 0.0000          |
| 0.0000                | 0.0000              | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000                | 0.0000             | 0.0000           |                              |            |                |            |                 |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                        |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.diPag.<br>52 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 3

Pali 30 :

ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 18

CURRENT TIME IS 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

| EL | TA          | TB           | MA           | MB          |
|----|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1  | 2.77112E-12 | -2.77112E-12 | 2.01950E-13  | 5.17586E-13 |
| 2  | 0.14371     | -0.14371     | -6.93334E-13 | 2.87414E-02 |
| 3  | 0.68985     | -0.68985     | -2.87414E-02 | 0.16671     |
| 4  | 1.5223      | -1.5223      | -0.16671     | 0.47117     |
| 5  | 2.6487      | -2.6487      | -0.47117     | 1.0009      |
| 6  | 3.9872      | -3.9872      | -1.0009      | 1.7983      |
| 7  | 5.5646      | -5.5646      | -1.7983      | 2.9113      |
| 8  | 7.3385      | -7.3385      | -2.9113      | 4.3790      |
| 9  | 5.5270      | -5.5270      | -4.3790      | 5.4844      |
| 10 | 3.8016      | -3.8016      | -5.4844      | 6.2447      |
| 11 | 0.83252     | -0.83252     | -6.2447      | 6.4112      |
| 12 | -1.9516     | 1.9516       | -6.4112      | 6.0208      |
| 13 | -4.6328     | 4.6328       | -6.0208      | 5.0943      |
| 14 | -6.8936     | 6.8936       | -5.0943      | 3.7156      |
| 15 | -7.6722     | 7.6722       | -3.7156      | 2.1811      |
| 16 | -6.5582     | 6.5582       | -2.1811      | 0.86949     |
| 17 | -3.8314     | 3.8314       | -0.86949     | 0.10321     |
| 18 | -1.0321     | 1.0321       | -0.10321     | 2.48690E-14 |



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE – BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – Coll. con bypass di Muccia

Paratia di micropali da pk 4+120 a 4+150 - Relazione di calcolo

|                |               |              |           |               |               |                |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>213 | Settore<br>E | CEE<br>16 | WBS<br>OS0023 | Id.doc<br>REL | N.progr.<br>01 | REV.<br>C | Pag.di Pag.<br>53 di 53 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|---------------|----------------|-----------|-------------------------|

PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*

ParatiePlus  
Exe Time :29 June 2021 16:12:39

### FINAL INCREMENTAL ANALYSIS SUMMARY

| STEP |                  | NO. OF ITERATIONS |
|------|------------------|-------------------|
| 1    | CONVERGENCE :YES | 2                 |
| 2    | CONVERGENCE :YES | 5                 |

END OF PROCESS FOR PROBLEM

New Project  
NONLINEAR SOLUTION CPU TIME .... 0.01 [sec]  
DATABASE CREATION CPU TIME..... 0.05 [sec]