



## 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:   <b>DIRPA 2</b> s.c.a.r.l.	Il Responsabile del Contraente Generale:
---	--

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

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  Ing. Iginio Farotti	
---	--

<b>2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> 3° Stralcio funzionale - Castelraimondo Nord - Castelraimondo Sud 4° Stralcio funzionale - Castelraimondo Sud - Innesto SS77 a Muccia <b>OPERE D'ARTE MINORI</b> <b>MURO DI SOTTOSCARPA IN SX DA Km 0+922 AL Km 0+939</b> <i>Relazione tecnica e di calcolo</i>	SCALA: -----  DATA: 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	M U 0 0 0 2	R E L	0 1	E

Rev.	Data	Descrizione	Redatto		Controllato	Approvato
C	Sett. 2021	Revisione Generale	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A. Tosiani	S. Lieto
D	20.01.2022	Riscontro Istruttoria ANAS	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A. Tosiani	S. Lieto
E	28.07.2022	Riscontro Istruttoria ANAS	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A. Tosiani	S. Lieto

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 1 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	5
1.2 UNITÀ DI MISURA.....	7
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
3.1 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE .....	9
3.2 COPRIFERRI.....	10
3.3 BIBLIOGRAFIA .....	11
<b>4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>12</b>
4.1 MODELLO GEOTECNICO .....	14
<b>MURI DI SOSTEGNO .....</b>	<b>16</b>
<b>5. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA MURI DI SOSTEGNO .....</b>	<b>17</b>
5.1 ANALISI DEI CARICHI.....	17
5.1.1 Peso proprio.....	17
5.1.2 Spinta del terreno.....	17
5.1.3 Spinta in presenza di falda .....	17
5.1.4 Spinta del sovraccarico .....	17
5.1.5 Azioni Sismiche.....	18
5.1.6 Forze d'inerzia.....	18
5.1.7 Spinta sismica terreno .....	19
5.2 COMBINAZIONI DI CARICO.....	20
5.2.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITI.....	20
5.2.2 Stato Limite Ultimo e di Salvaguardia della Vita .....	22
5.2.3 Stati Limite di Esercizio .....	24
<b>6. CRITERI GENERALI DI VERIFICA .....</b>	<b>26</b>
6.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE PER MURI CON FONDAZIONE SU PALI.....	26
6.1.1 Curve di Capacità Portante (Carico Limite dei pali di fondazione) .....	26
6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI .....	42
6.3 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE .....	48
6.3.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA.....	49
<b>7. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI .....</b>	<b>52</b>
7.1 SCHEMA DI CALCOLO.....	52
7.2 RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE PER FONDAZIONI SU PALI .....	53
7.2.1 Risultati verifiche dei pali nei confronti dei carichi assiali .....	53
7.2.2 Risultati verifiche dei pali nei confronti dei carichi ORIZZONTALI .....	54
CONCIO N° 1 .....	54
7.3 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEL MURO .....	55

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 2 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4	PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	56
7.4.1	Verifiche per gli stati limite ultimi.....	56
7.4.2	Verifica agli stati limite ultimi a taglio.....	57
7.4.3	Verifica agli stati limite d'esercizio.....	59
7.1	RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI .....	60
7.1.1	Sezione H= 8.93 m (Concio 1).....	60
7.1.2	Verifiche strutturali DEI PALI.....	64
<b>8.</b>	<b>DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2).....</b>	<b>69</b>
8.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO DEI MURI .....	71
	<b>PARATIA DI PALI.....</b>	<b>74</b>
<b>9.</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO DELLE PARATIE .....</b>	<b>75</b>
9.1	IL PROGRAMMA DI CALCOLO PARATIE PLUS.....	75
<b>10.</b>	<b>CRITERI E IPOTESI DI CALCOLO .....</b>	<b>77</b>
10.1	STATI LIMITE DI PROGETTO E COEFFICIENTI PARZIALI.....	77
10.2	AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	78
<b>11.</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO DELLA PARATIA.....</b>	<b>81</b>
11.1	SEZIONE DI CALCOLO .....	81
11.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO .....	81
11.3	LIVELLO DELLA FALDA.....	82
11.4	STEP DI CALCOLO .....	82
<b>12.</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....</b>	<b>86</b>
12.1.1	Verifica SLE.....	86
12.1.2	<i>Verifiche delle tensioni</i> .....	86
12.1.3	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	87
12.1.4	Verifiche allo SLU .....	88
12.1.4.1	Pressoflessione.....	88
12.1.4.2	Taglio.....	89
<b>13.</b>	<b>CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELLE PARATIA.....</b>	<b>92</b>
13.1	ANALISI DEI CARICHI.....	92
13.1.1	Peso proprio.....	92
13.1.2	Spinta del terreno.....	92
13.1.3	Spinta in presenza di falda .....	92
13.1.4	Azioni variabili da traffico (Q1).....	92
13.1.5	Azioni Sismiche.....	92
13.2	COMBINAZIONI DI CARICO.....	93
<b>14.</b>	<b>ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....</b>	<b>96</b>
14.1	DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2).....	96
<b>15.</b>	<b>RISULTATI DEI CALCOLI.....</b>	<b>99</b>
15.1	DIAGRAMMA DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI.....	99

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 3 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

15.2	DIAGRAMMA DI INVILUPPO DELLE DEFORMAZIONI .....	101
<b>16.</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>103</b>
16.1	VERIFICA DEI PALI .....	103
16.1.1	Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU) .....	103
16.1.1.1	Verifica strutturali .....	104
16.2	ELEVAZIONE MURI.....	105
16.2.1	Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU) .....	105
16.2.1.1	Verifica strutturali .....	105
<b>17.</b>	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ.....</b>	<b>107</b>
17.1	VERIFICA DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE.....	107
17.1.2	Verifiche GEO delle spinte a valle della paratia.....	108
17.2	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DELLA PARATIA.....	110
17.2.1	Stabilità globale - modello geotecnico .....	110
17.2.2	Stati limite di progetto.....	111
17.2.3	Ipotesi di calcolo.....	111
17.2.4	Risultati delle analisi .....	112
17.2.4.1	Sezione con altezza di scavo maggiore con accidentale .....	112
17.2.4.2	Sezione con altezza di scavo maggiore senza accidentale.....	113
<b>18.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>115</b>
<b>ALLEGATO 1.....</b>	<b>116</b>	
	TABULATI DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO: H = 8.93 M.....	116
<b>ALLEGATO 2.....</b>	<b>144</b>	
	TABULATI DI CALCOLO PARATIA PLUS.....	144
<b>ALLEGATO 3.....</b>	<b>225</b>	
	TABULATI DI CALCOLO STABILITÀ GLOBALE.....	225

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	4 di 267

## 1. PREMESSA

Il presente documento rientra nell'ambito della redazione degli Elaborati tecnici di Progetto Esecutivo 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)

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è in particolare il dimensionamento strutturale e geotecnico dei muri di sostegno su pali che vanno dal km 0+919.42 al km 0+928.43 e della paratia di pali  $\phi$  1500 con sovrastante parete in c.a. che va dal km 0+928.43 al km 0+937.44. Le opere in oggetto si rendono necessari per il sostegno del rilevato stradale a valle della spalla S2 del viadotto Castelraimondo.

Si riporta uno stralcio piano altimetrico dell'opera (Figura 1):

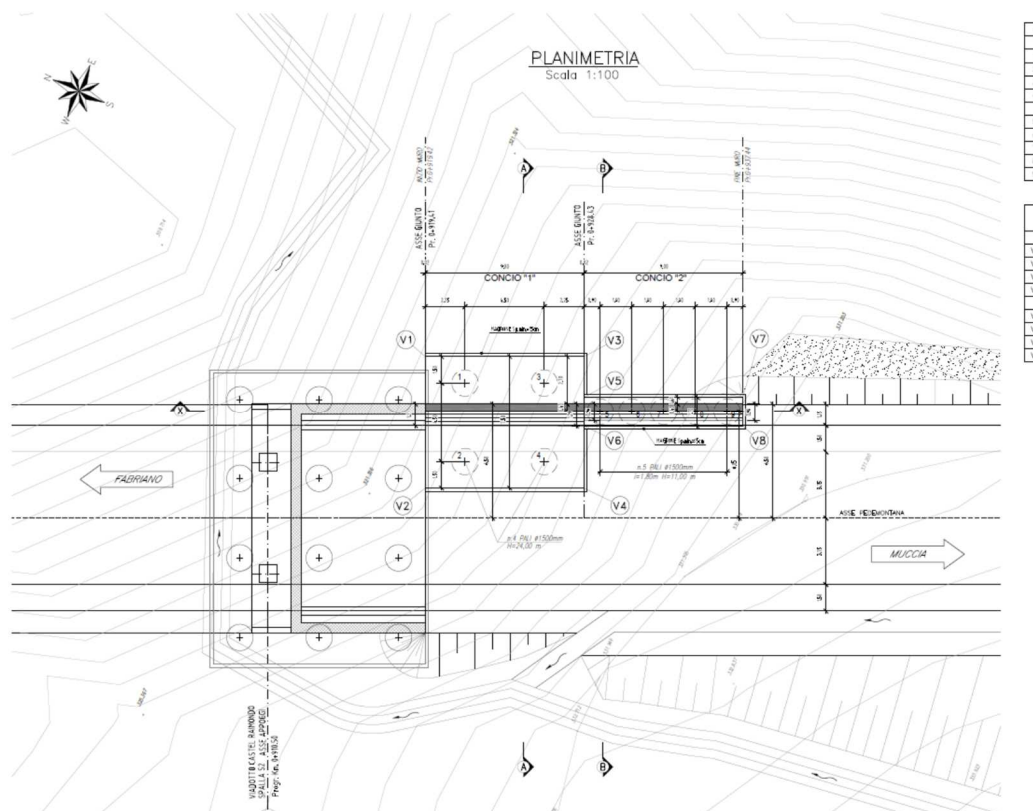


Figura 1a – Stralcio Planimetrico

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	5 di 267

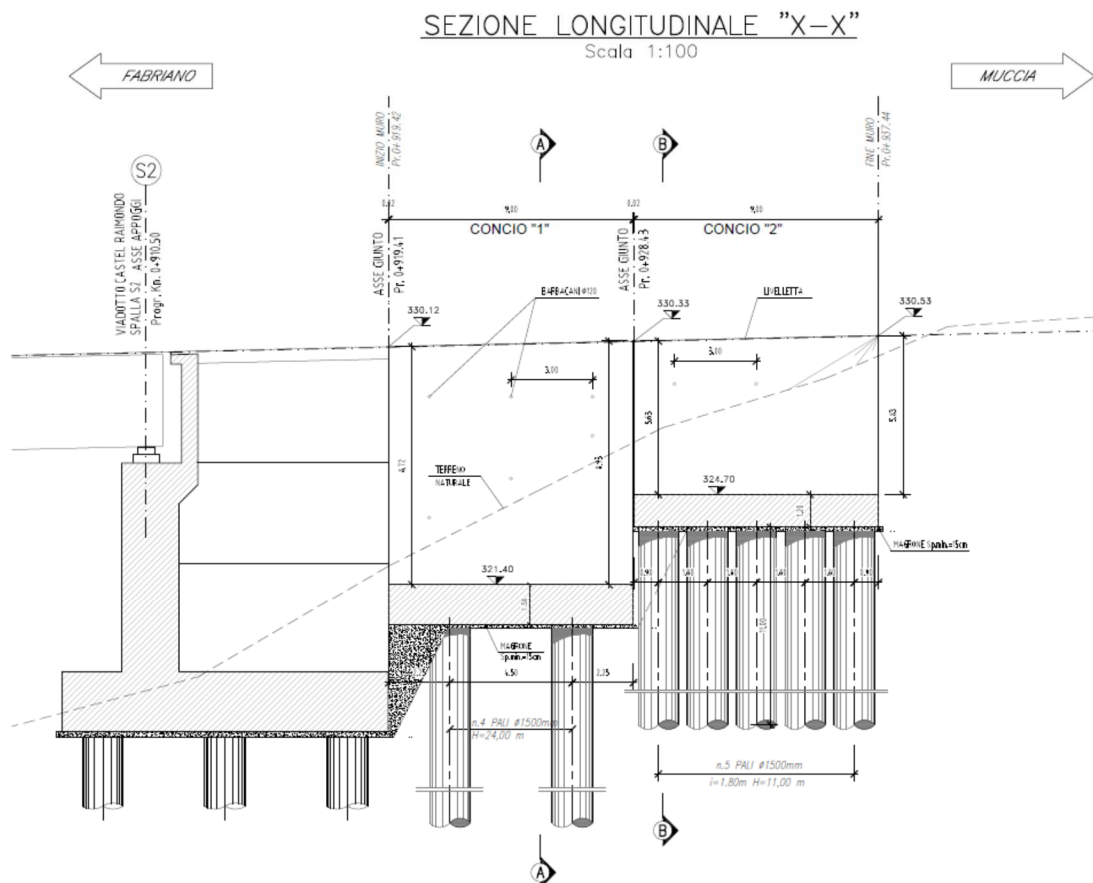


Figura 2b – Profilo

## 1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Come detto in precedenza, l'opera è costituita da 2 conchi, il conchio 1 è costituito dal muro di sostegno con fondazione su 4 pali  $\phi$  1500 di lunghezza pari a 24m, e dal conchio 2 costituito da una paratia di pali  $\phi$  1500 di lunghezza pari a 11.00m.

Si riportano di seguito le sezioni trasversali:

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 6 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

#### CONCIO 1: SEZIONE A-A

Scala 1:50

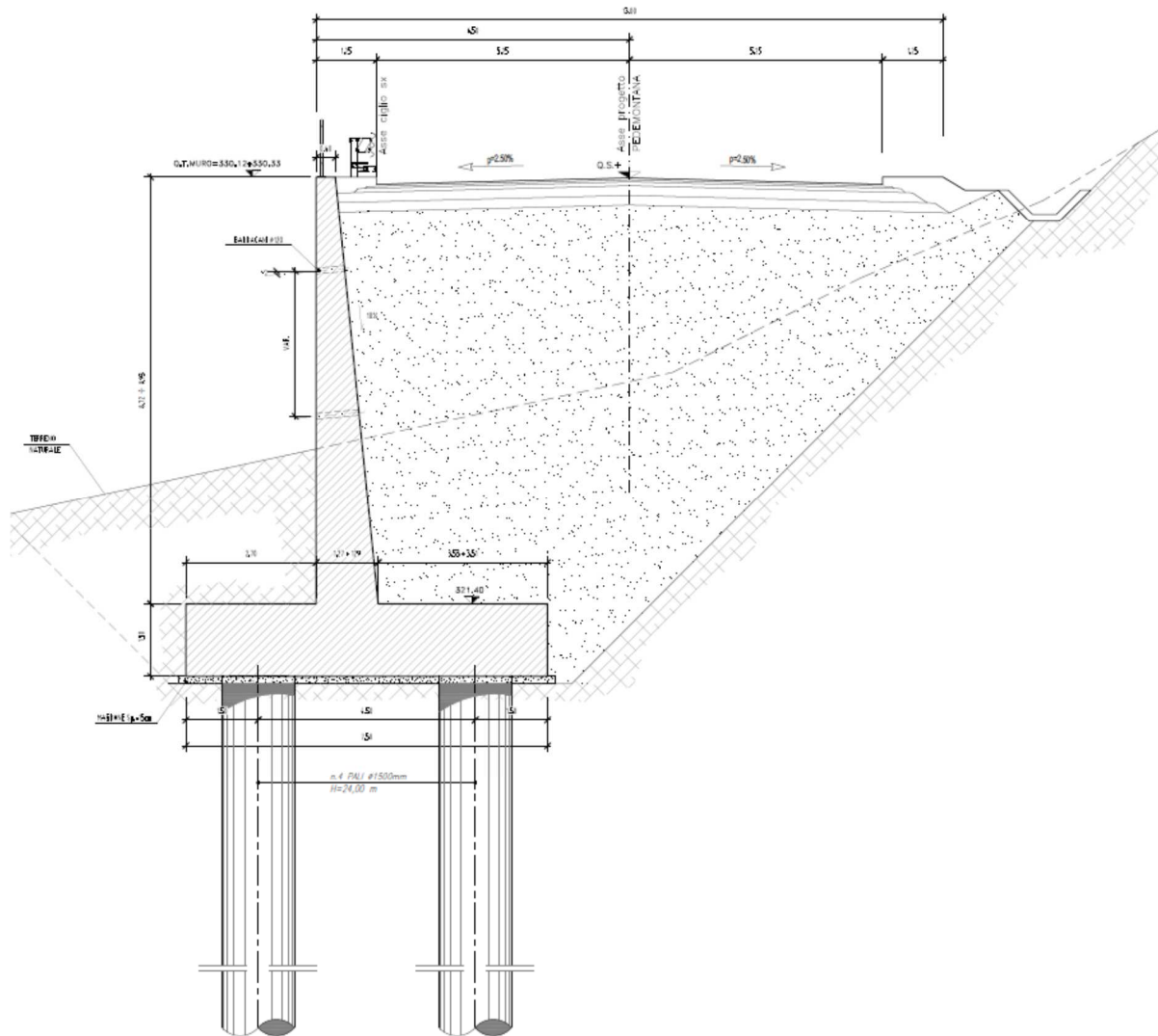


Figura 3 – Sezioni trasversali Concio 1

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 7 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

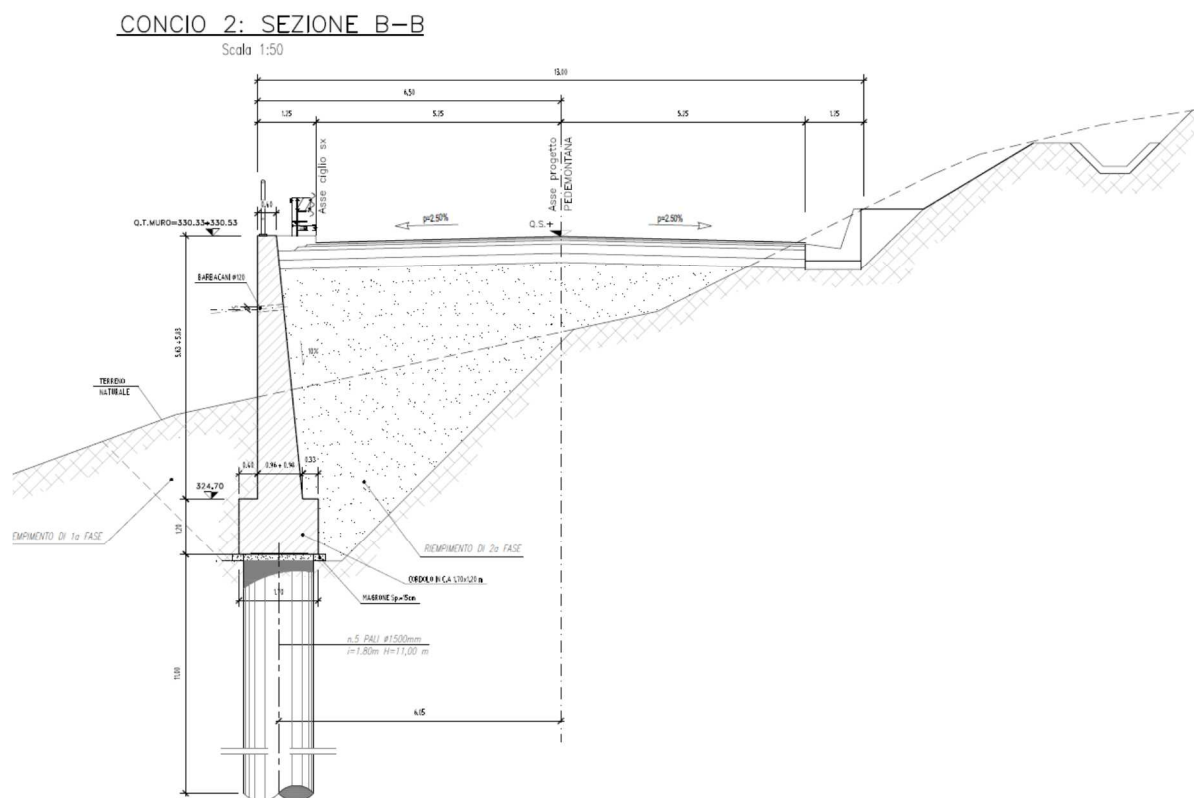


Figura 4 – Sezioni trasversali Concio 2

## 1.2 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, cm,
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ kPa, Mpa



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 8 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione del progetto strutturale e geotecnico esposto nel presente documento, si è fatto riferimento alle seguenti normative e specifiche nazionali e comunitarie:

- **D.M. 14/01/2008.**  
Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circolare del 02/02/2009.**  
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.
- **UNI EN 206-1-2001:** Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- **UNI 11104-2004:** Specificazione, prestazione, produzione e conformità: Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **Linee Guida sul calcestruzzo strutturale** - Servizio Tecnico Centrale dei Lavori Pubblici – dicembre 1996 (L.G.S.T.C.)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 9 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nei paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera.

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE

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 (punti 4.1.2.1 e 11.2.10 del DM 14.01.08) e con riferimento al metodo di calcolo agli stati limite .

- **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER IL CORDOLO TESTA PALI**

- Classe di resistenza: C32/40
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XA2
- dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

- **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE**

- Classe di resistenza: C32/40
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XA2
- dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 60 \text{ mm}$

- **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER LE FONDAZIONI**

- Classe di resistenza: C32/40
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XA2
- dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 10 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

- **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER L'ELEVAZIONE**

- Classe di resistenza: C25/30
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XC2
- dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo:  $c_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

- **ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.**

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

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

## 3.2 COPRIFERRI

La scelta del copriferro minimo di progetto  $c_{min}$  inteso come lo spessore minimo del ricoprimento dello strato di calcestruzzo a protezione dei ferri d'armatura è stato determinato in base a quanto indicato nella circolare Esplicativa, tenendo conto della classe di esposizione ambientale e della classe del Calcestruzzo prevista.

Nello specifico, tenendo conto della classe di esposizione ambientale desunta dalle analisi specifiche condotte nei riguardi dell'attacco chimico, che hanno evidenziato una **Classe di Esposizione XA2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Aggressive"** per il solettone di fondazione. Mentre per i piedritti e il solettone superiore si ha una **Classe di Esposizione XC2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Ordinarie"**.

In relazione a quanto riportato in tabella 4.1.III del DM 14.01.08, per le classi di calcestruzzo previste è prescritto un copriferro minimo  $c_{min} \geq 35 \text{ mm}$  per il solettone di fondazione e  $c_{min} \geq 25 \text{ mm}$ .

In definitiva ai fini progettuali si è assunto **c=40mm** per i cordoli e il solettone e **c=60mm** per i pali così come riportato all'interno della tabella materiali opere minori (strutture a contatto con il terreno).

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 11 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tab 4.1.III – DM 14.01.08

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tab C4.1.IV – Circolare n° 617/09

### 3.3 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.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 12 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le fondazioni delle opere oggetto di dimensionamento nel presente documento, si è fatto riferimento a quanto dettagliatamente indicato nella Relazione Geotecnica, alla carta geologica tav. 3 di 4 doc. 02-GE000PLA03 e nel Profilo Geotecnico Generale di Progetto TAV. 6 DI 8 doc. 02-GE0001PRF06, da cui si evince che le formazioni più superficiali che interagiscono con le fondazioni, sono generalmente costituite dalle unità geotecniche **Ecla**, **Salt** e **Ap**, di cui nel seguito si riepilogano i parametri fisico-meccanici attribuiti sulla scorta dei risultati delle indagini effettuate:

### Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

$\gamma = 18.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 23 \div 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 14^\circ \div 21^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50 \div 220 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 20 \div 160 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 60 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Ecls - Depositi eluvio colluviali sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 30 \div 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 250 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità a – Coltri in frana

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 22 \div 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 18^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 20 \div 120 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 60 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 24 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 50 \div 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 30 \div 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 70 \div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 13 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

### Unità As - Depositi alluvionali sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 33\div 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 150\div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Ag - Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 36\div 42^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$V_s = 120\div 350 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 30\div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 70\div 650 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Aate - Depositi alluvionali terrazzati antichi limoso sabbiosi argillosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 27\div 36^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5\div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 70\div 170 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 30\div 260 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 80\div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 19.0\div 21.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 23\div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5\div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 20\div 22^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50\div 300 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 80\div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 400\div 900 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Ap – substrato arenaceo pelitico

$\gamma = 23.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$E'_{op} = 20+5.75\cdot z \text{ MPa per } z < 40\text{m}$	modulo di deformazione elastico operativo
$E'_{op} = 100+3.75\cdot z \text{ MPa per } z > 40\text{m}$	

Z [m]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
15	70÷100	36
25	100÷150	32÷36
50	150÷200	27÷32
75	200÷250	25÷30

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 14 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo

$$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

$$E'_{op} = 20 + 5.75 \cdot z \text{ MPa per } z < 40\text{m}$$

modulo di deformazione elastico operativo

$$E'_{op} = 100 + 3.75 \cdot z \text{ MPa per } z > 40\text{m}$$

Z [m]	c' [kPa]	$\phi'$ [°]
20	35÷80	23÷31
30	80÷120	22÷28
50	120÷150	20÷26

#### Unità Sch – Formazione dello Schlier

$$\gamma = 22.0 \div 24.0 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

$$E'_{op} = 20 + 5.75 \cdot z \text{ MPa per } z < 40 \text{ m}$$

modulo di deformazione elastico operativo

$$E'_{op} = 100 + 3.75 \cdot z \text{ MPa per } z > 40\text{m}$$

Z [m]	c' [kPa]	$\phi'$ [°]
20	55÷70	29÷33
30	70÷90	27÷31
50	90÷250	25÷30

## 4.1 MODELLO GEOTECNICO

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

LITOTIPO		POTENZA in	$\gamma$	c'	$\phi'$	$E_{vc}$	$E_{ur}$
		asse stdada	kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	MPa	MPa
Unità Ecla – Depositi eluvio colluviali	Ecla	18	19.5	5	26	25	140
Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso	Salt	3.50	20	10	25	130	208
Unità Ap – Substrato pelico arenaceo	Ap	In poi	23.5	85	34	100	160

La falda è posta a circa 3.60 m dal P.C.

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.

Dall'analisi congiunta del profilo geologico, della relazione geologica e delle sezioni geologiche interpretative, è possibile sintetizzare alcune considerazioni sulle condizioni idrogeologiche della zona,



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 15 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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 pali), ai fini del calcolo strutturale dell'opera sono state del tutto trascurate le spinte dell'acqua a monte della paratia.

Pertanto, in base alle considerazioni sopra riportate, le analisi di stabilità sono state condotte nell'ipotesi di falda posizionata a circa fondo scavo.





**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 16 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

# **MURI DI SOSTEGNO**

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 17 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 5. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA MURI DI SOSTEGNO

Nell'ambito del presente paragrafo, si descrivono i criteri generali adottati per l'Analisi e relative verifiche strutturali e geotecniche delle opere oggetto di dimensionamento.

### 5.1 ANALISI DEI CARICHI

#### 5.1.1 Peso proprio

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a.  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

#### 5.1.2 Spinta del terreno

Trattandosi di muri su pali che non ammettono spostamenti, per la valutazione delle Spinte del terreno sul paramento, è stata assunta la spinta a riposo  $k_0 = 1 - \sin(\phi')$

#### 5.1.3 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa, al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

#### 5.1.4 Spinta del sovraccarico

Viso la vicinanza della sede stradale a monte della parete si è considerato un sovraccarico stradale pari a  $20 \text{ kN/m}^2$ .

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 18 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### 5.1.5 Azioni Sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ .

#### 5.1.6 Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \frac{a_{max}}{g} S_s S_t \beta_m$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h$$

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S a = S_s S_t a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al precedente paragrafo risulta:

- $T_{R, SLV}$  = 712 anni;
- $a_{g, SLV}$  = **0.220 g**;
- $F_{0, SLV}$  = **2.544**;
- $T_{c, SLV}^*$  = **0.333 sec.**

Potendo considerare generalmente sottosuoli di **tipo C** per l'intero lotto in progetto, risulta nel caso

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 19 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

in esame:

<b>Cat Suolo</b>	<b>C</b>	
<b>S<sub>s</sub> =</b>	<b>1.364</b>	
<b>S<sub>T</sub> =</b>	<b>1.00</b>	
<b>a<sub>max</sub> [m/s<sup>2</sup>] =</b>	<b>2.944</b>	
<b>β<sub>m</sub> =</b>	<b>1.00</b>	- Muri su pali
<b>Kh [--] =</b>	<b>0.300</b>	Coefficiente sismico orizzontale
<b>Kv [--] =</b>	<b>0.150</b>	Coefficiente sismico verticale

#### 5.1.7 Spinta sismica terreno

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma, trattandosi di muri su pali, si fa riferimento al metodo di Wood (cui fa riferimento la Normativa Italiana). La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma di tipo rettangolare con punto di applicazione della dell'incremento di spinta posizionato ad H/2.

Pertanto, si ha:

$$S_s = \gamma \cdot k_h \cdot h_s \quad \text{formula di Wood}$$

In cui.

$K_h$  coefficiente di intensità sismica orizzontale

$h_s$  quota testa cordolo-quota progetto (altezza finale)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 20 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 5.2 COMBINAZIONI DI CARICO

### 5.2.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITI

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

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

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle tab 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, in condizioni sismiche devono essere condotte verifiche nei confronti dello stato limite di danno. Gli spostamenti permanenti indotti dal sisma devono essere compatibili con la funzionalità dell'opera e con quella di eventuali strutture o infrastrutture interagenti con essa. In questo caso visto la tipologia dell'opera tale verifica viene omessa.

In particolare, sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

❖ Verifica del muro di sostegno

*SLU di tipo geotecnico (GEO-ECC) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

SLU di tipo strutturale (STR-ECC)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali;

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 21 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'approccio 1:

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e nella Tabella 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando almeno uno dei seguenti approcci progettuale che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

(Approccio 1)

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO)

(Approccio 2)

- Combinazione 1: A1+M1+R3

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle NTC 2008, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 2.6.I e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 22 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		$\gamma_M$		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 6.5.I** - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Nelle verifiche di sicurezza per effetto delle azioni sismiche si controlla che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione [6.2.1], ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1).

Sono stati considerati i seguenti Stati Limite.

#### 5.2.2 Stato Limite Ultimo e di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti. Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

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

dove:

G1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 23 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

rappresenta pretensione e precompressione;

azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;

di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$g_G, g_Q, g_P$  coefficienti parziali come definiti nella Tab. 6.2.I del DM 14 gennaio 2008;

$\Psi_{0i}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Dove:

- E azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;
- $G_1$  rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P_k$  rappresenta pretensione e precompressione;
- $\Psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ .

I valori dei coefficienti  $\Psi_{2i}$  sono riportati nella seguente tabella:



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 24 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Categoria/Azione	$\Psi_{2i}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,3
Categoria B – Uffici	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,3
Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso
Vento	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,2
Variazioni termiche	0,0

#### 5.2.3 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

combinazione caratteristica o rara 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{kj}) + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\Psi_{0i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

combinazione frequente 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{kj}) + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

combinazione quasi permanente 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{kj}) + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

Dove:

$G_{kj}$  valore caratteristico della j-esima azione permanente;

$P_{kh}$  valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;

$Q_{k1}$  valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;

$Q_{ki}$  valore caratteristico della i-esima azione variabile;

$\Psi_{0i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;

$\Psi_{1i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 25 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

dei valori istantanei;

$\Psi_{2i}$  coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti  $\Psi_{1i}$ ,  $\Psi_{2i}$ ,  $\Psi_{2i}$  sono attribuiti i seguenti valori:

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico variabile è stata considerata sollecitazione di base, con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento, sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente", "Frequente" e "Rara".

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	26 di 267

## 6. CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Si descrivono nel seguito i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle verifiche di stabilità globale e locale dell'opera di sostegno.

### 6.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE PER MURI CON FONDAZIONE SU PALI

Visto la vicinanza dei muri di sostegno alla spalla S2 del viadotto Castelraimondo, per il calcolo delle lunghezze dei pali si è fatto riferimento alle curve di capacità portante della spalla S2 del viadotto, pertanto, per i criteri generali di verifica dei pali si rimanda alla relazione "Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali" doc. L0703213E02GE0001REL01.

Di seguito si riportano i diagrammi delle curve di capacità portante in forma tabellare:

#### 6.1.1 Curve di Capacità Portante (Carico Limite dei pali di fondazione)

##### Curve di capacità portante per pali in compressione

```

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacità portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006
  
```

pag. / 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.50 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	5.00 kN/m <sup>3</sup>
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.84 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.16 (FS,b)

Elemento cilindrico,      Diametro fusto = 1500. mm



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	27 di 267

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i" quando la  $Q_{b,i}$  ad esso attribuibile e' superiore a quella degli strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di  $Q_b$  viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ate " (Coesivo) da .00 a 16.00 m

$G_n = 19.0$  kN/m<sup>3</sup>                       $G_e = 9.0$  kN/m<sup>3</sup>

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$  kPa  
Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

$\tau > .23 * S'v$   
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

$C_u$  variabile lin. da 60.0 a 150.0 kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 16.00 a 19.00 m

$G_n = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>                       $G_e = 10.0$  kN/m<sup>3</sup>

$\tau = \beta * S'v < 120.0$  kPa

$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

$\tau > .23 * S'v$

$\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

$C_u$  variabile lin. da 200.0 a 200.0 kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 19.00 a 20.50 m

$G_n = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>                       $G_e = 10.0$  kN/m<sup>3</sup>

$\tau = \beta * S'v < 120.0$  kPa

$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

$\tau > .23 * S'v$

$\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

$C_u$  variabile lin. da 400.0 a 400.0 kPa



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	28 di 267

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" " (Incoerente) da 20.50 a 40.00 m

Gn = 23.0 kN/m3                      Ge = 13.0 kN/m3

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 5000. a 5000. kPa

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ate "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 29 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	74.1	.55	12.4	714.
3.00	27.0	57.0	76.9	.55	14.9	749.
3.50	31.5	66.5	79.7	.55	17.3	784.
4.00	36.0	76.0	82.5	.55	19.8	819.
4.50	40.5	85.5	85.3	.55	22.3	853.
5.00	45.0	95.0	88.1	.55	24.8	888.
5.50	49.5	104.5	90.9	.55	27.2	923.
6.00	54.0	114.0	93.8	.55	29.7	958.
6.50	58.5	123.5	96.6	.55	32.2	993.
7.00	63.0	133.0	99.4	.55	34.7	1027.
7.50	67.5	142.5	102.2	.55	37.1	1062.
8.00	72.0	152.0	105.0	.55	39.6	1097.
8.50	76.5	161.5	107.8	.55	42.1	1132.
9.00	81.0	171.0	110.6	.55	44.3	1167.
9.50	85.5	180.5	113.4	.53	45.4	1201.
10.00	90.0	190.0	116.3	.52	46.5	1236.
10.50	94.5	199.5	119.1	.50	47.6	1271.
11.00	99.0	209.0	121.9	.49	48.8	1306.
11.50	103.5	218.5	124.7	.48	49.9	1341.
12.00	108.0	228.0	127.5	.47	51.0	1376.
12.50	112.5	237.5	130.3	.46	52.1	1410.
13.00	117.0	247.0	133.1	.46	53.3	1445.
13.50	121.5	256.5	135.9	.45	54.4	1480.
14.00	126.0	266.0	138.8	.44	55.5	1515.
14.50	130.5	275.5	141.6	.43	56.6	1550.
15.00	135.0	285.0	144.4	.43	57.8	1584.
15.50	139.5	294.5	147.2	.42	58.9	1619.
16.00	144.0	304.0	150.0	.48	69.6	1654.
16.50	149.0	314.0	200.0	.55	82.0	1714.
17.00	154.0	324.0	200.0	.55	84.7	1774.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 30 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	159.0	334.0	200.0	.55	87.5	1834.
18.00	164.0	344.0	200.0	.55	90.2	1894.
18.50	169.0	354.0	200.0	.55	93.0	1954.
19.00	174.0	364.0	200.0	.55	95.7	2014.
19.50	179.0	374.0	400.0	.55	98.5	2241.
20.00	184.0	384.0	400.0	.55	101.2	2467.
20.50	189.0	394.0	400.0	.72	137.0	2694.
21.00	195.5	405.5	--	.87	170.0	2950.
21.50	202.0	417.0	--	.84	170.0	3206.
22.00	208.5	428.5	--	.82	170.0	3463.
22.50	215.0	440.0	--	.79	170.0	3719.
23.00	221.5	451.5	--	.77	170.0	3975.
23.50	228.0	463.0	--	.75	170.0	4231.
24.00	234.5	474.5	--	.72	170.0	4488.
24.50	241.0	486.0	--	.71	170.0	4744.
25.00	247.5	497.5	--	.69	170.0	5000.
25.50	254.0	509.0	--	.67	170.0	5000.
26.00	260.5	520.5	--	.65	170.0	5000.
26.50	267.0	532.0	--	.64	170.0	5000.
27.00	273.5	543.5	--	.62	170.0	5000.
27.50	280.0	555.0	--	.61	170.0	5000.
28.00	286.5	566.5	--	.59	170.0	5000.
28.50	293.0	578.0	--	.58	170.0	5000.
29.00	299.5	589.5	--	.57	170.0	5000.
29.50	306.0	601.0	--	.56	170.0	5000.
30.00	312.5	612.5	--	.54	170.0	5000.
30.50	319.0	624.0	--	.53	170.0	5000.
31.00	325.5	635.5	--	.52	170.0	5000.
31.50	332.0	647.0	--	.51	170.0	5000.
32.00	338.5	658.5	--	.50	170.0	5000.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	31 di 267

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	345.0	670.0	--	.49	170.0	5000.
33.00	351.5	681.5	--	.48	170.0	5000.
33.50	358.0	693.0	--	.47	170.0	5000.
34.00	364.5	704.5	--	.47	170.0	5000.
34.50	371.0	716.0	--	.46	170.0	5000.
35.00	377.5	727.5	--	.45	170.0	5000.
35.50	384.0	739.0	--	.44	170.0	5000.
36.00	390.5	750.5	--	.44	170.0	5000.
36.50	397.0	762.0	--	.43	170.0	5000.
37.00	403.5	773.5	--	.42	170.0	5000.
37.50	410.0	785.0	--	.41	170.0	5000.
38.00	416.5	796.5	--	.41	170.0	5000.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	5000.
39.00	429.5	819.5	--	.40	170.0	5000.
39.50	436.0	831.0	--	.39	170.0	5000.
40.00	442.5	842.5	--	.38	170.0	5000.

zz = Profondita' da piano campagna  
 S'v = Tensione verticale efficace  
 Sv = Tensione verticale totale  
 Cu = Coesione non drenata  
 Tau = Tensione di adesione laterale limite  
 qb = Portata di base limite unitaria



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 32 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1262.	0.	1262.	584.
.50	32.	1323.	4.	1351.	626.
1.00	70.	1385.	9.	1446.	670.
1.50	114.	1446.	13.	1547.	718.
2.00	163.	1508.	18.	1654.	769.
2.50	219.	1569.	22.	1766.	823.
3.00	280.	1631.	27.	1884.	881.
3.50	347.	1692.	31.	2009.	941.
4.00	420.	1754.	35.	2139.	1005.
4.50	499.	1816.	40.	2274.	1072.
5.00	583.	1877.	44.	2416.	1142.
5.50	674.	1939.	49.	2564.	1215.
6.00	770.	2000.	53.	2717.	1291.
6.50	872.	2062.	57.	2876.	1371.
7.00	977.	2123.	62.	3038.	1452.
7.50	1085.	2185.	66.	3204.	1535.
8.00	1196.	2246.	71.	3372.	1619.
8.50	1310.	2308.	75.	3542.	1705.
9.00	1426.	2369.	80.	3716.	1792.
9.50	1545.	2431.	84.	3892.	1881.
10.00	1666.	2492.	88.	4070.	1971.
10.50	1791.	2554.	93.	4252.	2063.
11.00	1917.	2615.	97.	4435.	2156.
11.50	2047.	2677.	102.	4622.	2250.
12.00	2179.	2738.	106.	4811.	2346.
12.50	2314.	2800.	110.	5003.	2443.
13.00	2451.	2861.	115.	5198.	2542.
13.50	2597.	2923.	119.	5400.	2645.
14.00	2781.	3029.	124.	5686.	2790.
14.50	2977.	3135.	128.	5984.	2941.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 33 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3180.	3241.	133.	6288.	3096.
15.50	3389.	3347.	137.	6599.	3255.
16.00	3605.	3453.	141.	6917.	3417.
16.50	3827.	3559.	146.	7241.	3582.
17.00	4056.	3960.	150.	7865.	3887.
17.50	4291.	4360.	155.	8497.	4196.
18.00	4552.	4761.	159.	9154.	4519.
18.50	4934.	5213.	163.	9984.	4931.
19.00	5334.	5666.	168.	10832.	5354.
19.50	5735.	6119.	172.	11681.	5777.
20.00	6135.	6572.	177.	12530.	6200.
20.50	6536.	7025.	181.	13379.	6623.
21.00	6936.	7477.	186.	14228.	7046.
21.50	7337.	7930.	190.	15077.	7469.
22.00	7737.	8383.	194.	15926.	7892.
22.50	8138.	8836.	199.	16775.	8315.
23.00	8539.	8836.	203.	17171.	8528.
23.50	8939.	8836.	208.	17567.	8741.
24.00	9340.	8836.	212.	17963.	8954.
24.50	9740.	8836.	216.	18359.	9168.
25.00	10141.	8836.	221.	18756.	9381.
25.50	10541.	8836.	225.	19152.	9594.
26.00	10942.	8836.	230.	19548.	9808.
26.50	11342.	8836.	234.	19944.	10021.
27.00	11743.	8836.	239.	20340.	10234.
27.50	12143.	8836.	243.	20736.	10447.
28.00	12544.	8836.	247.	21132.	10661.
28.50	12945.	8836.	252.	21529.	10874.
29.00	13345.	8836.	256.	21925.	11087.
29.50	13746.	8836.	261.	22321.	11300.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	34 di 267

pag. / 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	14146.	8836.	265.	22717.	11514.
30.50	14547.	8836.	269.	23113.	11727.
31.00	14947.	8836.	274.	23509.	11940.
31.50	15348.	8836.	278.	23905.	12154.
32.00	15748.	8836.	283.	24301.	12367.
32.50	16149.	8836.	287.	24698.	12580.
33.00	16550.	8836.	292.	25094.	12793.
33.50	16950.	8836.	296.	25490.	13007.
34.00	17351.	8836.	300.	25886.	13220.
34.50	17751.	8836.	305.	26282.	13433.
35.00	18152.	8836.	309.	26678.	13646.
35.50	18552.	8836.	314.	27074.	13860.
36.00	18953.	8836.	318.	27471.	14073.
36.50	19353.	8836.	323.	27867.	14286.
37.00	19754.	8836.	327.	28263.	14500.
37.50	20155.	8836.	331.	28659.	14713.

Lp = Lunghezza utile del palo

Q11 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	35 di 267

### Curve di capacità portante per pali in trazione

\*\*\* P A L \*\*\*

Programma per l'analisi della capacità portante  
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
Quota falda da p.c. = .00 m  
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m<sup>3</sup>  
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,1)  
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
quando la  $Q_{b,i}$  ad esso attribuibile è superiore a quella degli  
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
entro lo strato se quello sovrastante è più debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
sopra lo strato sottostante se esso è più debole

La variazione di  $Q_b$  viene assunta lineare dal passaggio di strato

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 36 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ate " (Coesivo) da .00 a 16.00 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3

Tau = alfa \* Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 \* S'v

Tau < .55 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 100.0 a 180.0 kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 16.00 a 19.00 m

Gn = 20.0 kN/m3                      Ge = 10.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa

beta = .10 + .40 Cu/S'v

Tau > .23 \* S'v

Tau < .55 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 200.0 a 200.0 kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 19.00 a 20.50 m

Gn = 20.0 kN/m3                      Ge = 10.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa

beta = .10 + .40 Cu/S'v

Tau > .23 \* S'v

Tau < .55 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 400.0 a 400.0 kPa



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	37 di 267

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" (Incoerente) da 20.50 a 40.00 m

Gn = 23.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 13.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ate "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 38 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	112.5	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	115.0	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	117.5	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	120.0	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	122.5	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	125.0	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	127.5	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	130.0	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	132.5	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	135.0	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	137.5	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	140.0	.55	39.6	0.
8.50	76.5	161.5	142.5	.55	42.1	0.
9.00	81.0	171.0	145.0	.55	44.5	0.
9.50	85.5	180.5	147.5	.55	47.0	0.
10.00	90.0	190.0	150.0	.55	49.5	0.
10.50	94.5	199.5	152.5	.55	52.0	0.
11.00	99.0	209.0	155.0	.55	54.5	0.
11.50	103.5	218.5	157.5	.55	56.9	0.
12.00	108.0	228.0	160.0	.55	59.4	0.
12.50	112.5	237.5	162.5	.55	61.9	0.
13.00	117.0	247.0	165.0	.55	64.3	0.
13.50	121.5	256.5	167.5	.55	66.8	0.
14.00	126.0	266.0	170.0	.54	68.0	0.
14.50	130.5	275.5	172.5	.53	69.0	0.
15.00	135.0	285.0	175.0	.52	70.0	0.
15.50	139.5	294.5	177.5	.51	71.0	0.
16.00	144.0	304.0	180.0	.53	75.6	0.
16.50	149.0	314.0	200.0	.55	82.0	0.
17.00	154.0	324.0	200.0	.55	84.7	0.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 39 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	159.0	334.0	200.0	.55	87.5	0.
18.00	164.0	344.0	200.0	.55	90.2	0.
18.50	169.0	354.0	200.0	.55	93.0	0.
19.00	174.0	364.0	200.0	.55	95.7	0.
19.50	179.0	374.0	400.0	.55	98.5	0.
20.00	184.0	384.0	400.0	.55	101.2	0.
20.50	189.0	394.0	400.0	.72	137.0	0.
21.00	195.5	405.5	--	.87	170.0	0.
21.50	202.0	417.0	--	.84	170.0	0.
22.00	208.5	428.5	--	.82	170.0	0.
22.50	215.0	440.0	--	.79	170.0	0.
23.00	221.5	451.5	--	.77	170.0	0.
23.50	228.0	463.0	--	.75	170.0	0.
24.00	234.5	474.5	--	.72	170.0	0.
24.50	241.0	486.0	--	.71	170.0	0.
25.00	247.5	497.5	--	.69	170.0	0.
25.50	254.0	509.0	--	.67	170.0	0.
26.00	260.5	520.5	--	.65	170.0	0.
26.50	267.0	532.0	--	.64	170.0	0.
27.00	273.5	543.5	--	.62	170.0	0.
27.50	280.0	555.0	--	.61	170.0	0.
28.00	286.5	566.5	--	.59	170.0	0.
28.50	293.0	578.0	--	.58	170.0	0.
29.00	299.5	589.5	--	.57	170.0	0.
29.50	306.0	601.0	--	.56	170.0	0.
30.00	312.5	612.5	--	.54	170.0	0.
30.50	319.0	624.0	--	.53	170.0	0.
31.00	325.5	635.5	--	.52	170.0	0.
31.50	332.0	647.0	--	.51	170.0	0.
32.00	338.5	658.5	--	.50	170.0	0.





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 40 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	345.0	670.0	--	.49	170.0	0.
33.00	351.5	681.5	--	.48	170.0	0.
33.50	358.0	693.0	--	.47	170.0	0.
34.00	364.5	704.5	--	.47	170.0	0.
34.50	371.0	716.0	--	.46	170.0	0.
35.00	377.5	727.5	--	.45	170.0	0.
35.50	384.0	739.0	--	.44	170.0	0.
36.00	390.5	750.5	--	.44	170.0	0.
36.50	397.0	762.0	--	.43	170.0	0.
37.00	403.5	773.5	--	.42	170.0	0.
37.50	410.0	785.0	--	.41	170.0	0.
38.00	416.5	796.5	--	.41	170.0	0.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	0.
39.00	429.5	819.5	--	.40	170.0	0.
39.50	436.0	831.0	--	.39	170.0	0.
40.00	442.5	842.5	--	.38	170.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna

S'v = Tensione verticale efficace

Sv = Tensione verticale totale

Cu = Coesione non drenata

Tau = Tensione di adesione laterale limite

qb = Portata di base limite unitaria

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 41 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2 e P5  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	32.	0.	-13.	45.	29.
1.00	70.	0.	-27.	96.	61.
1.50	114.	0.	-40.	153.	97.
2.00	163.	0.	-53.	216.	135.
2.50	219.	0.	-66.	285.	176.
3.00	280.	0.	-80.	359.	219.
3.50	347.	0.	-93.	440.	266.
4.00	420.	0.	-106.	526.	316.
4.50	499.	0.	-119.	618.	369.
5.00	583.	0.	-133.	716.	424.
5.50	674.	0.	-146.	819.	483.
6.00	770.	0.	-159.	929.	544.
6.50	872.	0.	-172.	1044.	608.
7.00	980.	0.	-186.	1165.	675.
7.50	1093.	0.	-199.	1292.	746.
8.00	1213.	0.	-212.	1425.	819.
8.50	1338.	0.	-225.	1564.	894.
9.00	1470.	0.	-239.	1708.	973.
9.50	1607.	0.	-252.	1858.	1055.
10.00	1749.	0.	-265.	2015.	1140.
10.50	1898.	0.	-278.	2177.	1227.
11.00	2053.	0.	-292.	2344.	1318.
11.50	2212.	0.	-305.	2516.	1411.
12.00	2373.	0.	-318.	2691.	1505.
12.50	2537.	0.	-331.	2868.	1600.
13.00	2703.	0.	-345.	3048.	1696.
13.50	2874.	0.	-358.	3231.	1795.
14.00	3061.	0.	-371.	3432.	1902.
14.50	3258.	0.	-384.	3642.	2013.
15.00	3460.	0.	-398.	3858.	2128.
15.50	3670.	0.	-411.	4081.	2246.
16.00	3885.	0.	-424.	4310.	2367.
16.50	4108.	0.	-437.	4545.	2491.
17.00	4336.	0.	-451.	4787.	2619.
17.50	4572.	0.	-464.	5035.	2750.
18.00	4833.	0.	-477.	5310.	2894.
18.50	5214.	0.	-490.	5704.	3097.
19.00	5614.	0.	-504.	6118.	3311.
19.50	6015.	0.	-517.	6532.	3524.
20.00	6416.	0.	-530.	6946.	3738.
20.50	6816.	0.	-543.	7359.	3951.
21.00	7217.	0.	-557.	7773.	4165.
21.50	7617.	0.	-570.	8187.	4378.
22.00	8018.	0.	-583.	8601.	4592.
22.50	8418.	0.	-596.	9015.	4806.
23.00	8819.	0.	-610.	9429.	5019.
23.50	9219.	0.	-623.	9842.	5233.
24.00	9620.	0.	-636.	10256.	5446.
24.50	10020.	0.	-649.	10670.	5660.
25.00	10421.	0.	-663.	11084.	5873.
25.50	10822.	0.	-676.	11498.	6087.
26.00	11222.	0.	-689.	11911.	6300.
26.50	11623.	0.	-702.	12325.	6514.
27.00	12023.	0.	-716.	12739.	6727.
27.50	12424.	0.	-729.	13153.	6941.
28.00	12824.	0.	-742.	13567.	7154.
28.50	13225.	0.	-755.	13980.	7368.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	42 di 267

29.00	13625.	0.	-769.	14394.	7581.
29.50	14026.	0.	-782.	14808.	7795.
30.00	14427.	0.	-795.	15222.	8009.
30.50	14827.	0.	-808.	15636.	8222.
31.00	15228.	0.	-822.	16049.	8436.
31.50	15628.	0.	-835.	16463.	8649.
32.00	16029.	0.	-848.	16877.	8863.
32.50	16429.	0.	-861.	17291.	9076.
33.00	16830.	0.	-875.	17705.	9290.
33.50	17230.	0.	-888.	18118.	9503.
34.00	17631.	0.	-901.	18532.	9717.
34.50	18032.	0.	-914.	18946.	9930.
35.00	18432.	0.	-928.	19360.	10144.
35.50	18833.	0.	-941.	19774.	10357.
36.00	19233.	0.	-954.	20187.	10571.
36.50	19634.	0.	-968.	20601.	10784.
37.00	20034.	0.	-981.	21015.	10998.
37.50	20435.	0.	-994.	21429.	11211.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Q1l = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q1l/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

### Carico orizzontale limite

Il carico orizzontale limite *Hlim* è stato calcolato in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- La forma del palo è ininfluente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- Il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione *My* del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 43 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

#### Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 D$  e costante con valore  $9 c_u D$  per profondità maggiori.

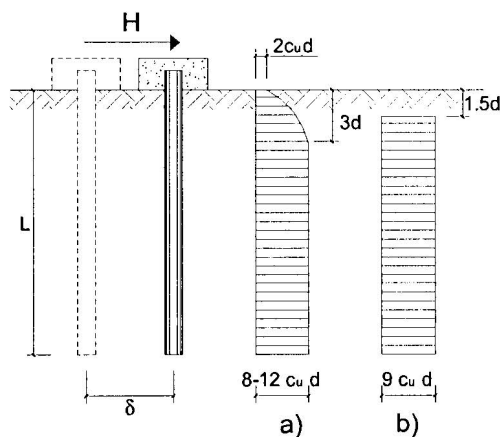


Fig. 3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come “palo corto”, “intermedio” e “lungo”.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 44 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

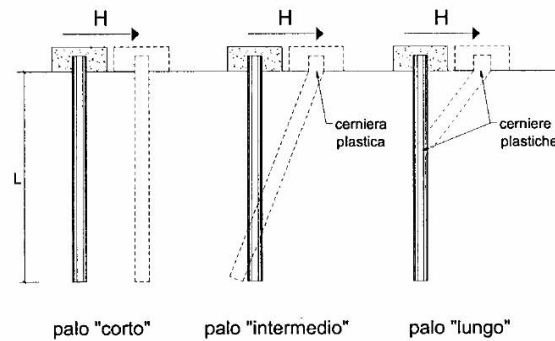


Fig. 4– meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H \text{ lim} = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H \text{ lim} = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \text{ lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H \text{ lim}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \text{ lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \text{ lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 45 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

#### **Unità a comportamento incoerente**

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

$z$  la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H \lim = 1.5 k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H \lim = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \lim = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{My}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H \lim$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 46 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

$$H \lim = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left( \frac{2M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d<sub>s</sub> l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

#### Carico orizzontale resistente

il cui valore di progetto Rd della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico Rk applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella successiva:

Coefficiente Parziale		
R1	R2	R3
1.0	1.6	1.3

**Tabella 3: Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze**

I coefficienti parziali di sicurezza utilizzati sono: R1 per le combinazioni di carico STR; R2 per le combinazioni di carico GEO; R3 per le combinazioni sismiche.

La resistenza caratteristica Rk del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove Rk è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza Rc,k (o Rt,k) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate Rc,calc (Rt,calc) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 47 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,\text{cal}})_{\text{media}}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,\text{cal}})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tabella 4: Fattori di correlazione ξ**

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a  $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$ .



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 48 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 6.3 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC08 e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

**Tabella 6.2.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto:

$$c'_d = c' / 1.25$$

$$\phi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \phi')$$

Il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 49 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### 6.3.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

con:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1

**Tabella 7.11.1** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (\text{accelerazione massima attesa al sito})$$

$S_s$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  : coefficiente di amplificazione topografica

Nel caso specifico si ha:

$$a_{\max} = 0,220 \cdot 1,364 = 0,300$$

$$\beta_s = 0,28 \quad - \text{ per categoria del suolo C}$$

Relativamente alla combinazione degli effetti sismici con le altre azioni e relative verifiche di sicurezza, ancora la circolare 617, per il caso dei pendii naturali, specificano al punto C 7.11.3.5 "Stabilità dei

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 50 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Pendii” viene specificato che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate utilizzando i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni; nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo viene riferita al cinematismo di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale).

In definitiva, per le verifiche sismiche si è ritenuto accettabile un coefficiente di sicurezza unitario Per quanto riguarda invece il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, al punto 7.11.4 “Fronti di Scavo e Rilevati”, si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1

### 7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l’effetto dell’azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all’unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n.617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad  $R2=1.1$  ( $\gamma_R$ ).

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell’equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca dei potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

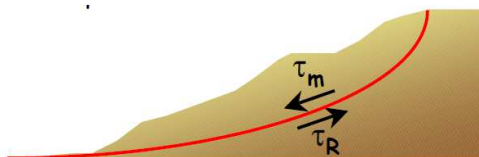
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 51 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------



Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione  $b$ , interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di **Bishop**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  ed  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e "c" e "φ" sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ .

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 52 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI

### 7.1 SCHEMA DI CALCOLO

In figura 17.1 è illustrato lo schema di fiferimento per le verifiche geotecniche:

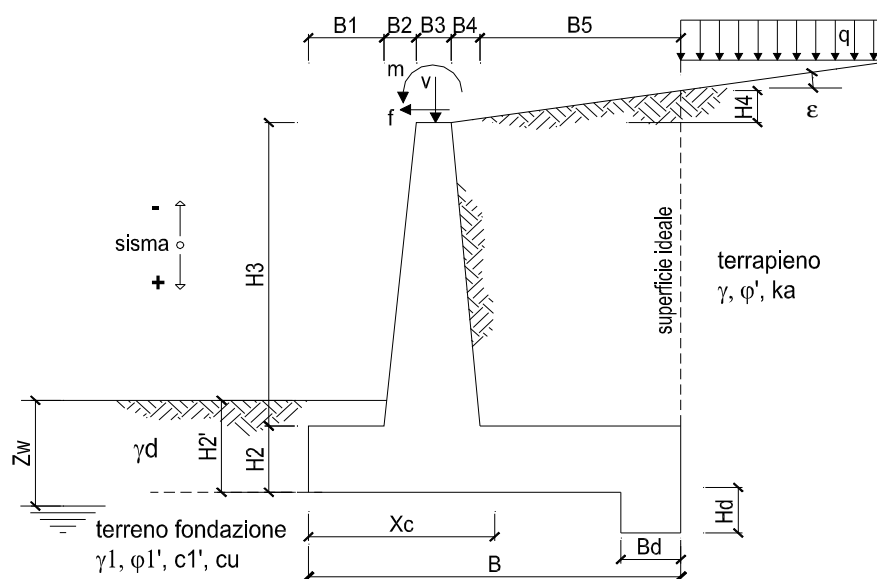


Figura 17.1 – Schema di calcolo

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 53 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7.2 RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE PER FONDAZIONI SU PALI

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche geotecniche in forma tabellare esplicitate negli allegati:

### 7.2.1 Risultati verifiche dei pali nei confronti dei carichi assiali

Carichi massimi e minimi sui pali:

SOLLECITAZIONE SUI PALI: Concio n°1				
caso	N pali all.1 [kN]	N pali all.2 [kN]	T pali [kN]	M pali [kNm]
SLE	3242.79	2798.76	1186.31	2673.19
Fess.	3142.22	2869.24	1497.59	3374.61
A1+M1+R3	3897.74	2499.97	1580.38	3561.17
A1+M1+R3 sisma+	8538.46	-1257.07	3190.66	7189.72
A1+M1+R3 sisma-	8453.48	-2125.57	3190.66	7189.72

Dall'esame delle curve di capacità portante (Vedi il § 6.1) si ricava la lunghezza dei pali per il muro in oggetto:

#### CONCIO 1

L = 24.00 m

- Lunghezza pali del concio n° 1

Nmax = 8538.46 kN < 8954 kN

- Azione massima di compressione in sismica

Nmin = -2125.57 kN < -5446 kN

- Azione massima di trazione in sismica

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

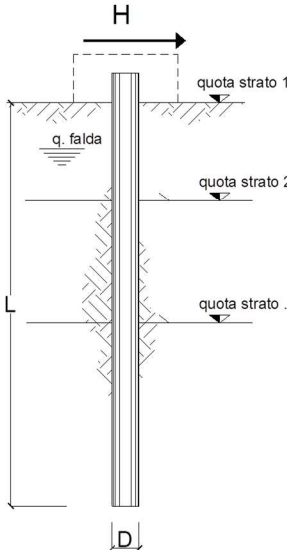
- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 54 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

### 7.2.2 Risultati verifiche dei pali nei confronti dei carichi ORIZZONTALI

#### CONCIO N° 1

COMBINAZIONE sismica



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Ecla	0.00	19.5	10.5	26	2.56	135
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Salt	-18.00	20	11	25	2.46	175
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	Ap	-21.50	23.5	14.5	34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	Ap	-24.00	23.5	14.5	34	3.54	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00	

Quota falda 0 (m)

Diametro del palo D 1.50 (m)

Lunghezza del palo L 24.0 (m)

Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  10101.26 (kNm)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

Palo lungo H = 7654.5 (kN)

Palo intermedio H = 15331.4 (kN)

Palo corto H = 48660.8 (kN)

Hlim = 7654.5 (kN) **Palo lungo**

Hed = Tpal = 3190.7 (kN) Hrd = 3463.6 (kN) Hlim/( $\xi^3 R_3$ )

FS = Hrd/Hed = 1.09

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 55 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7.3 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DEL MURO

Essendo i muri realizzati su pali di profondità pari a 24 m, si precisa che la verifica di stabilità globale è stata omessa visto la profondità degli strati interessati dall'intervento.

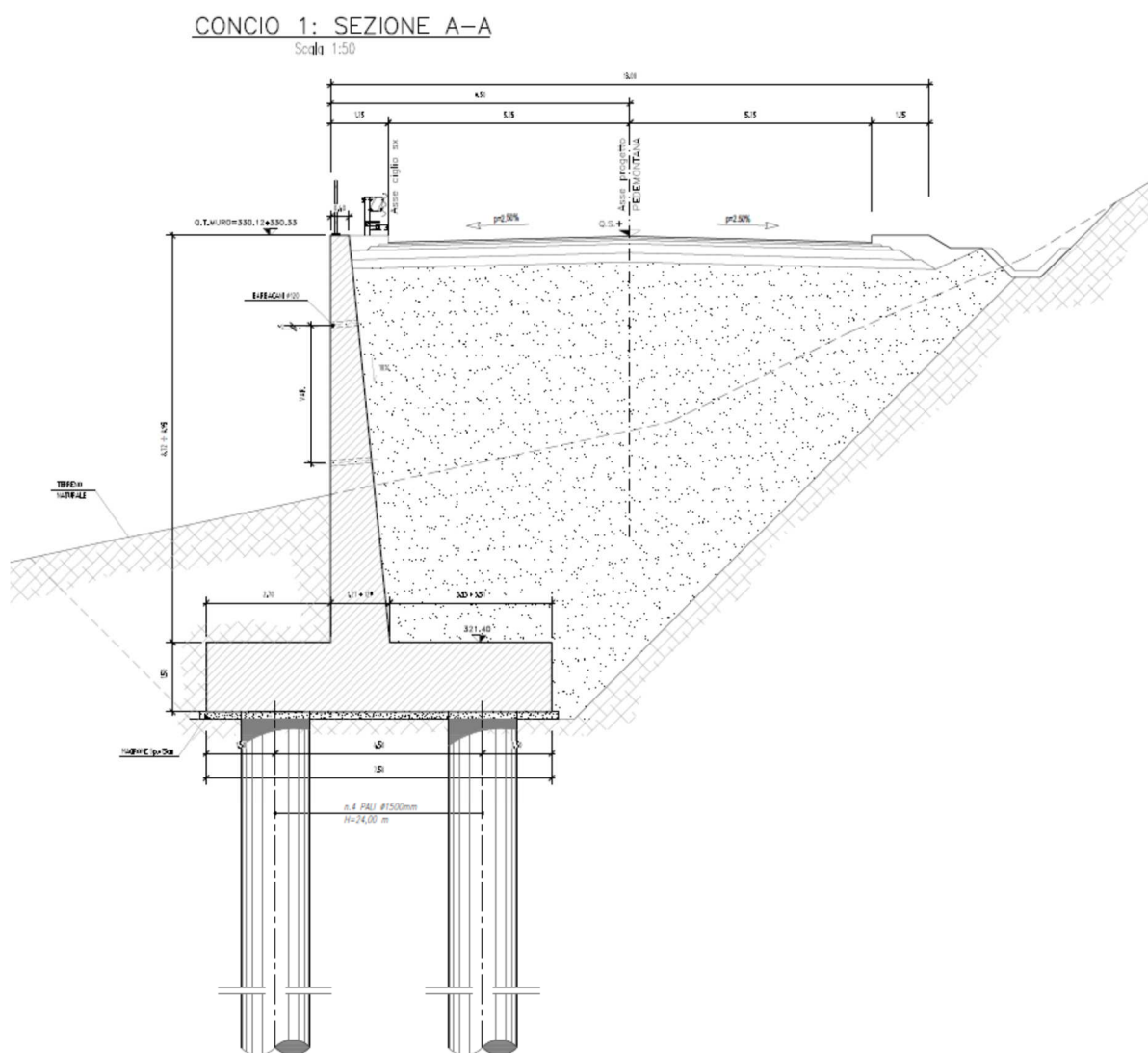


Figura 11.2 - Sezione 1 - Geometria del modello.



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 56 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7.4 PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

### 7.4.1 Verifiche per gli stati limite ultimi

Le sollecitazioni per le successive verifiche vengono calcolate in una serie di sezioni predefinite sia sul paramento che sulla fondazione a monte ed a valle (muri a mensola).

Esse sono in genere a passo costante, ma se esistono delle singolarità, come ad es. gradoni, speroni, mensole esse vengono opportunamente posizionate in corrispondenza di tali punti.

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni in base al D.M. 14 gennaio 2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'eventuale azione del sisma.

per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

Per quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito in presenza di pressoflessione retta, utilizzato per verificare le seguenti sezioni:

Paramento: attacco con la fondazione, a mezza altezza e ad ogni variazione non continua di sezione.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 57 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

- Fondazione: le due sezioni, rispettivamente a valle e a monte, di attacco con il Paramento.
- Mensola: la sezione di attacco con il Paramento.
- Sperone: la sezione di attacco con la Fondazione.

Viene ipotizzata un'armatura iniziale che rispetti i minimi normativi, quindi per tutte le coppie (N, Mx), individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il momento ultimo in funzione di N, quindi il coefficiente di sicurezza rapportando tale momento ultimo a Mx.

Se per almeno una di queste coppie il coefficiente di sicurezza risulta inferiore a 1 si incrementa l'armatura e si ripete il procedimento fino a che per tutte le coppie (N, Mx) il coefficiente di sicurezza risulta al più pari a 1.

Nei tabulati di calcolo, per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la coppia (N, Mx) che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti.

Successivamente si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

#### 7.4.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 58 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

$$\bullet \quad V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ 0.18 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$\bullet \quad V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{S} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può}$$

essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$\bullet \quad V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo}$$

di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$\bullet \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\bullet \quad \rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

•  $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;

•  $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\bullet \quad \sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

•  $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

•  $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;

$$\bullet \quad v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

•  $1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$  è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

•  $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

•  $S$  è il passo delle staffe;

•  $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

•  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

•  $\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 59 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

qualsiasi tensione di compressione assiale.

#### 7.4.3 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

- $\sigma_c < 0.60f_{ck}$  per combinazione rara delle azioni;
- $\sigma_c < 0.45f_{ck}$  per combinazione quasi permanenti;
- $\sigma_s < 0.80f_{yk}$ .

La verifica a fessurazione è stata svolta secondo il metodo proposto della NTC 2018.

**Tabella 4.1.IV** – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
<b>b</b>	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
<b>c</b>	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Nel nostro caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano aggressive e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai seguenti valori nominali:

- $w_1 = 0.3 \text{ mm}$  -combinazione frequente,
- $w_1 = 0.2 \text{ mm}$  -combinazione quasi permanente

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

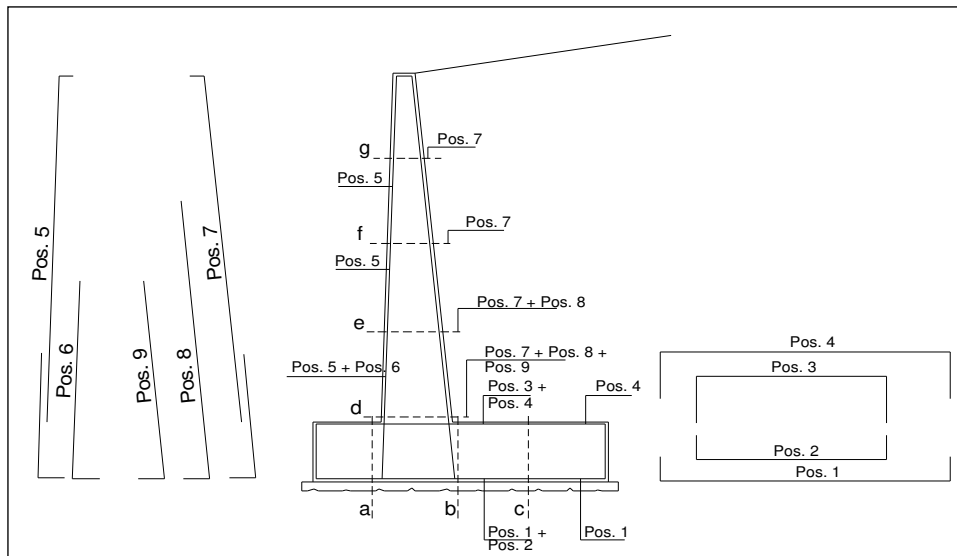
- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 60 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7.1 RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche strutturali, nelle sezioni di calcolo riportate nello schema delle armature per ogni sezione di calcolo, in forma tabellare esplicitate nell'allegato:

### SCHEMA DELLE ARMATURE



Le verifiche strutturali saranno condotte secondo l'approccio del DM 14/01/2008 utilizzando i coefficienti parziali riportati nella tabella precedente per le azioni.

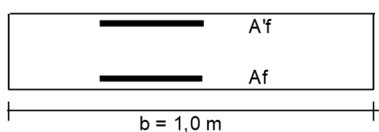
#### 7.1.1 Sezione H= 8.93 m (Concio 1)

##### ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	10.0	26	5	5.0	16
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	26
4	10.0	26	8	5.0	26
			9	5.0	26

Calcola

##### VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4	d-d	pos 5-7-11-10-8
b-b	pos 1-2-3-4	e-e	pos 5-7-11-10-8
c-c	pos 1-4	f-f	pos 5-10-8
		g-g	pos 5-8

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 61 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

### SLU – combinazione STATICA (stato limite ultimo presso-flessionale)

#### A1+M1+R1

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	(kN)	(m)
a - a	902.71	0.00	764.91	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
b - b	-1320.09	0.00	-611.68	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
c - c	-802.94	0.00	--	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
d - d	1678.17	408.23	511.28	1.29	79.64	10.05	3743.14	408.23	632.97
e - e	773.90	254.81	307.28	1.07	79.64	10.05	2949.91	254.81	553.93
f - f	268.37	135.64	154.07	0.85	53.09	10.05	1543.81	135.64	417.24
g - g	48.20	50.70	51.64	0.62	26.55	10.05	555.48	50.70	286.34

### SLU – combinazione SISMICA A1+M1+R3 (stato limite ultimo presso-flessionale)

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	(kN)	(m)
a - a	2138.08	0.00	1792.49	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
b - b	-2777.47	0.00	1347.25	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
c - c	-726.33	0.00	--	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
d - d	3357.84	393.54	875.36	1.29	79.64	10.05	3736.60	393.54	632.97
e - e	1433.42	240.62	497.41	1.07	79.64	10.05	2945.03	240.62	553.93
f - f	434.69	124.06	225.54	0.85	53.09	10.05	1540.17	124.06	417.24
g - g	58.07	43.85	149.47	0.62	26.55	10.05	553.79	43.85	286.34

### SLU (stato limite ultimo azione tagliante)

### VERIFICA ELEVAZIONE

Verifica a taglio Sez. d-d			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$V_{Rd} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ctk})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$	632.97	kN	
<b><math>V_{Ed} =</math></b>	<b>511.28</b>	<b>kN</b>	<b>ok</b>
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.404		$\leq 2$
$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>	
$v_{min} = 0,035 \cdot k \cdot \gamma_c^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.335	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ctk} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	33.2	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{cd} = \alpha_{cs} \cdot f_{ctk} / \gamma_c =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>	
$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) =$	0.00650		$\leq 0,02$
$\rho_{priferro} =$	67		
$d =$	1226	mm	
$H =$	1293	mm	
$b_w =$	1000	mm	
$A_{sl} =$	7964	mm <sup>2</sup>	(5ø16)
$N_{Ed} =$	408.23	kN	
$\alpha_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.316	N/mm <sup>2</sup>	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 62 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### VERIFICA FONDAZIONE

<b>Verifica a taglio Sez. a-a</b>			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$VRd = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot bw \cdot d =$	545.25	kN	
<b>VEd =</b>	<b>1792.49</b>	<b>kN</b>	<b>NO</b>
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.374		$\leq 2$
Rck =	40	N/mm <sup>2</sup>	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.325	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	33.2	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>	
$\rho_1 = A_{sl} / (bw \cdot d) =$	0.00371		$\leq 0,02$
Copriferro =	67		
d =	1433	mm	
H =	1500	mm	
bw =	1000	mm	
A <sub>sl</sub> =	5309	mm <sup>2</sup>	(5φ16)
N <sub>Ed</sub> =	0.00	kN	
$\alpha_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$
<b>Verifiche allo stato limite ultimo di taglio</b>			
<b>Materiali (Unità N,mm)</b>			
Calcestruzzo		Acciaio	
Rck =	40	f <sub>ywk</sub> =	450
fck =	33.20	f <sub>ywd</sub> =	391.3
fcd =	18.81		
fctd =	1.45		
<b>Sezione da verificare</b>			
Altezza trave		1500	mm
Copriferro asse barra		67	mm
Larghezza netta resistente a taglio		1000	mm
Diametro spille		20	1 □ 20/40X40
Bracci		2.5	
Interasse		400	mm
Area staffe al millimetro		1.96	mm <sup>2</sup> /mm
cotg α	α = 90.00 °	0.00	
cotg θ	θ = 21.80 °	2.50	
<b>Verifiche allo s.l.u. per taglio</b>		<b>VR,d &gt; VEd</b>	
Taglio di calcolo V <sub>Ed</sub>			1792.49 kN
V <sub>rcd</sub>			12047.12 kN
V <sub>rsd</sub>			2477.45 kN
<b>VRd = min[V<sub>rcd</sub>; V<sub>rsd</sub>]</b>		<b>ok</b>	<b>2477.45 kN</b>

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 63 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifica a taglio Sez. b-b			
Elementi senza armatura trasversale a taglio			
- Verifica del conglomerato			
$VRd = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot bw \cdot d =$	545.25	kN	
<b>VEd =</b>	<b>1347.25</b>	<b>kN</b>	<b>NO</b>
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.374		$\leq 2$
$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.325	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	33.2	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>	
$\rho_1 = A_{sl} / (bw \cdot d) =$	0.00371		$\leq 0,02$
Copriferro =	67		
d =	1433	mm	
H =	1500	mm	
bw =	1000	mm	
A <sub>sl</sub> =	5309	mm <sup>2</sup>	(5φ16)
N <sub>Ed</sub> =	0.00	kN	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$
<b>Verifiche allo stato limite ultimo di taglio</b>			
<b>Materiali (Unità N,mm)</b>			
Calcestruzzo		Acciaio	
R <sub>ck</sub> =	40	f <sub>ywk</sub> =	450
f <sub>ck</sub> =	33.20	f <sub>ywd</sub> =	391.3
f <sub>cd</sub> =	18.81		
f <sub>ctd</sub> =	1.45		
<b>Sezione da verificare</b>			
Altezza trave		1500	mm
Copriferro asse barra		67	mm
Larghezza netta resistente a taglio		1000	mm
Diametro spille		20	1 □ 20/40X40
Bracci		2.5	
Interasse		400	mm
Area staffe al millimetro		1.96	mm <sup>2</sup> /mm
cotgα	α = 90.00 °	0.00	
cotgθ	θ = 21.80 °	2.50	
<b>Verifiche allo s.l.u. per taglio</b>		<b>VR,d &gt; VEd</b>	
<b>Taglio di calcolo V<sub>Ed</sub></b>		1347.25 kN	
V <sub>rcd</sub>		12047.12 kN	
V <sub>rsd</sub>		2477.45 kN	
<b>VRd = min[V<sub>rcd</sub>; V<sub>rsd</sub>]</b>		<b>2477.45 kN</b>	
		<b>ok</b>	



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 64 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

#### SLE – combinazione STATICA (stato limite ultimo di esercizio)

##### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
a - a	728.06	0.00	1.50	53.09	53.09	2.26	103.23
b - b	-993.16	0.00	1.50	53.09	53.09	3.09	140.82
c - c	-548.44	0.00	1.50	53.09	53.09	0.39	77.26
d - d	1242.82	353.01	1.29	79.64	10.05	5.35	125.34
e - e	568.26	220.94	1.07	79.64	10.05	3.44	69.77
f - f	194.42	118.08	0.85	53.09	10.05	2.03	43.70
g - g	34.07	44.44	0.62	26.55	10.05	0.78	18.22

#### SLE – combinazione STATICA (stato limite ultimo di esercizio e fessurazione)

##### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk	w <sub>amm</sub>
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)
a - a	701.24	0.00	1.50	53.09	53.09	2.18	99.42	0.091	0.200
b - b	-938.28	0.00	1.50	53.09	53.09	2.92	133.03	0.122	0.200
c - c	-532.74	0.00	1.50	53.09	53.09	0.38	75.05	0.069	0.200
d - d	1164.69	345.51	1.29	79.64	10.05	5.03	116.73	0.092	0.200
e - e	524.31	215.31	1.07	79.64	10.05	3.18	63.81	0.050	0.200
f - f	174.89	114.33	0.85	53.09	10.05	1.84	38.70	0.033	0.200
g - g	29.19	42.56	0.62	26.55	10.05	0.67	14.90	0.015	0.200

#### 7.1.2 Verifiche strutturali DEI PALI

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche strutturali dei pali,

Le verifiche strutturali saranno condotte secondo l'approccio del DM 14/01/2008 utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle tabelle precedente per le azioni.

Le sollecitazioni di verifica sono riportate nelle tabelle seguenti.

SOLLECITAZIONE SUI PALI: Concio n°1				
caso	N pali all.1 [kN]	N pali all.2 [kN]	T pali [kN]	M pali [kNm]
SLE	3242.79	2798.76	1186.31	2673.19
Fess.	3142.22	2869.24	1497.59	3374.61
A1+M1+R3	3897.74	2499.97	1580.38	3561.17
A1+M1+R3 sisma+	8538.46	-1257.07	3190.66	7189.72
A1+M1+R3 sisma-	8453.48	-2125.57	3190.66	7189.72

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU002	REL	01	E	65 di 267

#### CONCIO N° 1: Caratteristiche geometriche della sezione

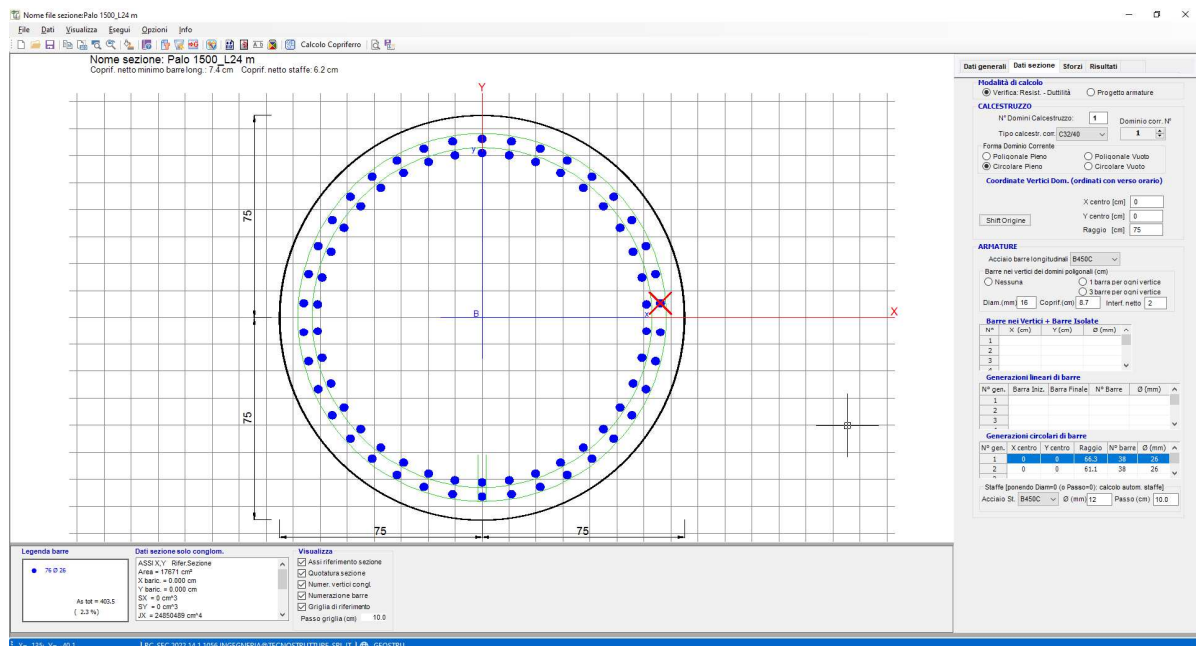
$\phi$	1500 cm
Armatura 1° strato Aa	38 $\phi$ 26 = 201.78 cm <sup>2</sup>
Copriferro 1°strato c1	8.50cm
Armatura 2° strato Aa	38 $\phi$ 26 = 201.78 cm <sup>2</sup>
Copriferro 2°strato c2	13.70cm

Per il taglio si sono disposte delle spille  $\phi$ 14/10 + anelli  $\phi$ 26/125 per un'armatura totale pari a.

Astaffe = 39.30 cm<sup>2</sup>/m > 33.30 cm<sup>2</sup>/m (veri tabulati di calcolo)

#### Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Di seguito si riporta il tabulato delle verifiche del palo da cui si evince che le verifiche sono soddisfatte:



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Palo 1500\_L24 m

(Percorso File: C:\archivio\Arch-Lavoro\A194\_Quadrilatero-Astaldi\PEDEMANTANA\Lotto 3-4\MU02\Palo 1500\_L24 m.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Sezione generica di Pilastro

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Molto aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C32/40

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	66 di 267

	Resis. compr. di progetto fod:	18.8	MPa
	Resis. compr. ridotta fod:	9.4	MPa
	Def. unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def. unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33642.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.9	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.9	MPa
	Ap. Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^* \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Calcestruzzo:	C32/40
Raggio circ.:	75.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				
N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.3	38	26
2	0.0	0.0	61.1	38	26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	14	mm
Passo staffe:	10.0	cm
Diametro anelli:	26	mm
Passo anelli:	125	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	8538.46	7189.72	0.00	3190.66	0.00
2	-2125.57	7189.72	0.00	3190.66	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	3242.79	2673.19	0.00
2	2798.76	2673.19	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	3142.22	3374.61 (1906.15)	0.00 (0.00)
2	2869.24	3374.61 (1867.00)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
 Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	67 di 267

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.2	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata							
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)							
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)							
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)							
As Totale	Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000 Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]							

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	8538.46	7189.72	0.00	8538.22	10419.89	0.00	1.45	
403.5(53.0)									
2	S	-2125.57	7189.72	0.00	-2125.72	7501.53	0.00	1.04	
403.5(53.0)									

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00303	0.0	66.3	-0.00417	0.0	-66.3
2	0.00350	0.0	75.0	0.00267	0.0	66.3	-0.01005	0.0	-66.3

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2 NTC]: deve essere < 0.45				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000054285	-0.000571382	---	---
2	0.000000000	0.000095867	-0.003690046	---	---

### VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata									
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezi. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro									
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28) NTC]									
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]									
d   z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro   Braccio coppia interna [cm]									
bw	La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)									
Ctg	I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).									
Acw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallele. all'asse neutro									
Ast	E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.									
A.Eff	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm <sup>2</sup> /m]									
	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm <sup>2</sup> /m]									
	Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.									
	L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.									

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3190.66	5448.52	4160.81	118.8  97.9	137.4	2.500	1.250	33.3	39.30(0.0)
2	S	3190.66	4558.21	4772.54	123.4  112.2	125.3	2.500	1.000	29.1	39.30(0.0)

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata									
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]									
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)									
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]									
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)									
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre									
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure									

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.13	0.0	0.0	-103.0	0.0	-66.3	1881	84.9
2	S	8.08	0.0	0.0	-113.0	0.0	-66.3	1993	84.9

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 69 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 8. DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo travi di larghezza unitaria soggette alla spinta del terreno e sovraccarico accidentale.

L'analisi fornisce i risultati in termini di sollecitazioni nelle sezioni più significative.

Il calcolo dei muri viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione e mensola verticale);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

A riguardo si precisa che i calcoli sono state effettuati, con riferimento ad un modello di muro di lunghezza unitaria, mediante ausilio di un foglio elettronico compilato in Excel pubblicato dalla DEI "Tipografia del Genio Civile" facente parte del testo: Progetto e calcoli di Geotecnica con Excel".

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice DEI- Tipografia del Genio Civile, ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 70 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 71 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 8.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO DEI MURI

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

### Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	Foglio di calcolo in Excel
Produttore	DEI Tipografia del Genio Civile
Utente	Tecnostrutture

### Tipo di analisi svolta

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi





### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 72 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 73 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 74 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

# **PARATIA DI PALI**

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 75 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 9. SOFTWARE DI CALCOLO DELLE PARATIE

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.

### 9.1 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 rigidezza 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 rigidezza 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.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud****4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 76 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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  $0.5 \phi'$ .

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 77 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 10. CRITERI E IPOTESI DI CALCOLO

### 10.1 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.
- ❖ Verifica dei tiranti (non presenti)
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi.

In questo caso le verifiche dei tiranti vengono omesse trattandosi di una paratia a sbalzo priva di tiranti.

I risultati delle analisi sono riportati di seguito.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 78 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 10.2 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Secondo la normativa tecnica in vigore, ai fini della zonazione sismica del territorio italiano e in funzione del territorio in cui ricade l'opera in oggetto, per strutture di classe III, vita nominale di 50 anni e su suolo di categoria **C** (profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali) la parametrizzazione è la seguente:

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV	
$a_g$	0.220 g	Accelerazione massima al suolo
$F_0$	2.544	Fattore di amplificazione spettrale
$T_C^*$	0.333 s	Periodo iniziale a velocità costante dello spettro
$S_S$	1.364	Coefficiente stratigrafico
$S_T$	1.000	Coefficiente topografico
$q$	1.000	Fattore di struttura

Il D. Min. 14/01/2008 consente l'utilizzo di metodi pseudo-statici per il calcolo dell'incremento di spinta sull'opera dovuto al sisma. Il metodo applicato in sede di progettazione è quello di Mononobe-Okabe, basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma, ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporta come un corpo rigido.

Le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica sono considerate costanti in tutti i punti della massa.

La spinta sismica (statica + dinamica) vale:

$$S_s = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot K'_a$$

dove, se  $\beta \leq \phi - \vartheta$ :

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta - \vartheta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\phi - \delta - \vartheta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 79 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

altrimenti, se  $\beta > \varphi - \vartheta$ :

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \vartheta - \delta)}$$

Nelle relazioni sopra elencate, i simboli hanno i seguenti significati:

$\beta$  = angolo tra intradosso parete e la verticale;

$\vartheta$  = angolo definito come:

$$\tan(\vartheta) = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{max}}{g}, \text{ coefficiente di intensità sismica orizzontale;}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = \text{coefficiente di intensità sismica verticale;}$$

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera;

$\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza.

L'accelerazione  $a_{max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S^* a_g = S_S^* S_T^* a_g$$

Dove  $S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ).

Le caratteristiche del sito (Comune di Camerino) su cui sarà realizzata l'opera in esame sono riassunte in seguito:

Parametri di pericolosità sismica (SLV;  $V_N \geq 50$  anni;  $C_U = 1.5$ )

$$a_g = 0.220 g;$$

Cat. di suolo di fondazione

B (per cui  $S = 1.364 \cdot 1.00$ );

Il valore del coefficiente  $\alpha$  può essere ricavato a partire dall'altezza  $H$  della paratia e della categoria del sottosuolo mediante il diagramma riportato in Fig. 7.11.2 del Testo Unico.

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ .



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 80 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma di Figura 7.11.3 del Testo Unico, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Nel nostro caso si ha:

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 0.430 \quad (u_s = 0.075) \quad - H_{paratia} = 15.00 \text{ m}$$

La normativa prescrive di applicare separatamente la spinta statica e dinamica, quest'ultima come incremento di spinta.

Per quanto concerne l'incremento di spinta, si calcola la differenza tra la spinta sismica totale e la spinta statica attiva. Si ricava un diagramma delle pressioni del terreno costante, per cui il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza di  $1/2 H$  rispetto alla base della parete.

Il calcolo dell'incremento di spinta del terreno per effetto del sisma è stato eseguito considerando una parete verticale di altezza pari alla profondità massima di scavo.

Pertanto, si ha:

$$S_s = \gamma \cdot K_h \cdot h_s \quad \text{formula di Wood}$$

In cui.

$K_h$  coefficiente di intensità sismica orizzontale

$h_s$  quota testa cordolo-quota progetto (altezza finale)

L'azione sismica si applica all'ultimo step di calcolo, con la strada completata.

#### Forze d'inerzia

Possono essere trascurati gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la paratia.

## 11. MODELLO DI CALCOLO DELLA PARATIA

### 11.1 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 parziale e di esecuzione della soletta di copertura.

In particolare, è stata presa in considerazione la sezioni di calcolo con altezze di scavo pari a 5.83m (concio 2).

### 11.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

I parametri geotecnici utilizzati nei calcoli sono basati su quelli riportati nel capitolo 4 (parametri caratteristici  $M_k$ ).

LITOTIPO		POTENZA in asse stdada	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	$E_{vc}$	$E_{ur}$
		m	kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	MPa	MPa
Unità Ecla – Depositi eluvio colluviali	Ecla	2.30-25.00	19.5	5	26	25	140
Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso	Salt	3.50	20	10	25	130	208
Unità Ap – Substrato pelico arenaceo	Ap	In poi	23.5	85	34	100	160

Falda a -3.50 m da P.C.

**Tabella 11.1** – 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 per le paratie a sbalzo mentre per il sottovia realizzato con metodo Milano oltre alle spinte del terreno e della falda ci sono anche le spinte del sovraccarico a monte e del sovraccarico derivante dalla soletta di copertura.

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 ( $M1$ ) utilizzati dal codice di calcolo PARATIE PLUS 2021 sono riportati nella seguente tabella 11.2:

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 82 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

unità	$K_0$ [-]	$K_a$ [-]	$K_p$ [-]
<b>Ecla</b>	0.562	0.344	3.404
<b>Salt</b>	0.577	0.359	3.222
<b>Ap</b>	0.441	0.256	3.906

**Tabella 11.2** – Coefficienti di spinta assunti nei calcoli

dove:

$K_0$  = coefficiente di spinta a riposo

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva

$K_p$  = coefficiente di spinta passiva

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

$$K_0 = 1 - \tan \varphi$$

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  $\delta = \varphi/2$  per quella attiva e  $\beta=0$  e  $\delta = \varphi/2$  per quella passiva.

## 11.3 LIVELLO DELLA FALDA

Sulla scorta delle considerazioni riportate nel par.11, le analisi sono state condotte nell'ipotesi di falda a fondo scavo.

## 11.4 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:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

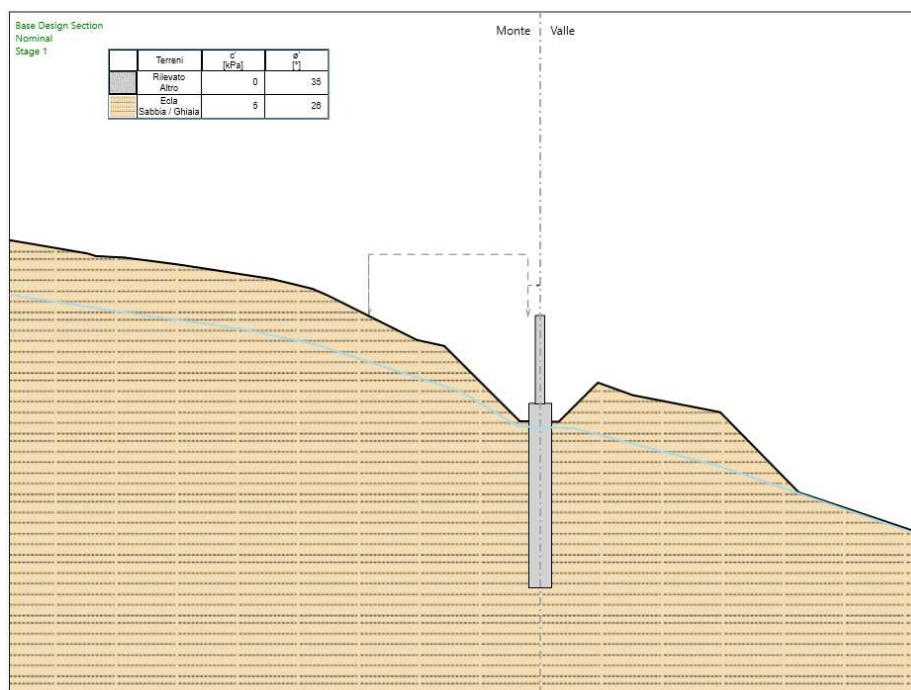
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	83 di 267

### PARATIE A SBALZO



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

Rappresenta le condizioni geostatiche per il terreno (spinta a riposo a monte e a valle), in questo step è stata schematizzata la costruzione della paratia, introducendo nel terreno una parete continua.

La struttura costituita dai pali e dalla parete sovrastante, essa è stata schematizzata come una parete di spessore costante, lo spessore equivalente della paratia di pali viene calcolato in automatico dal programma in funzione delle caratteristiche geometriche e di rigidità 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.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

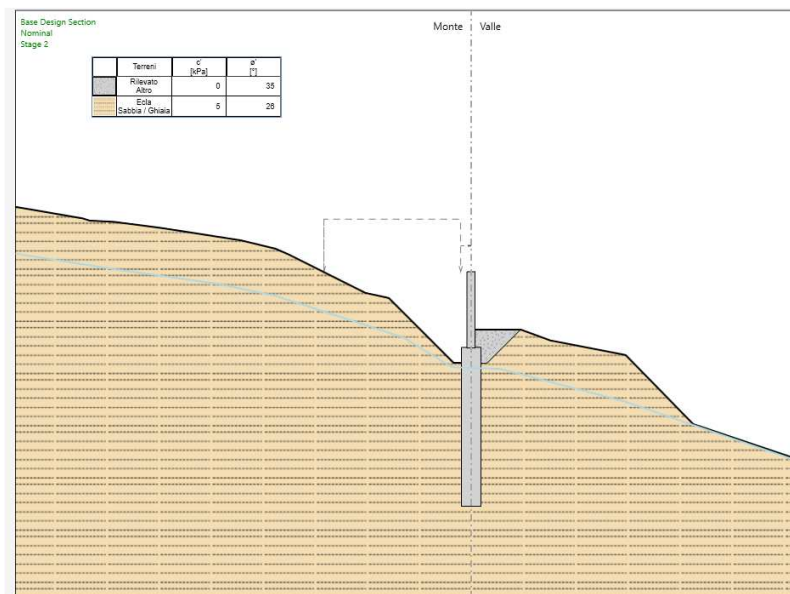
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

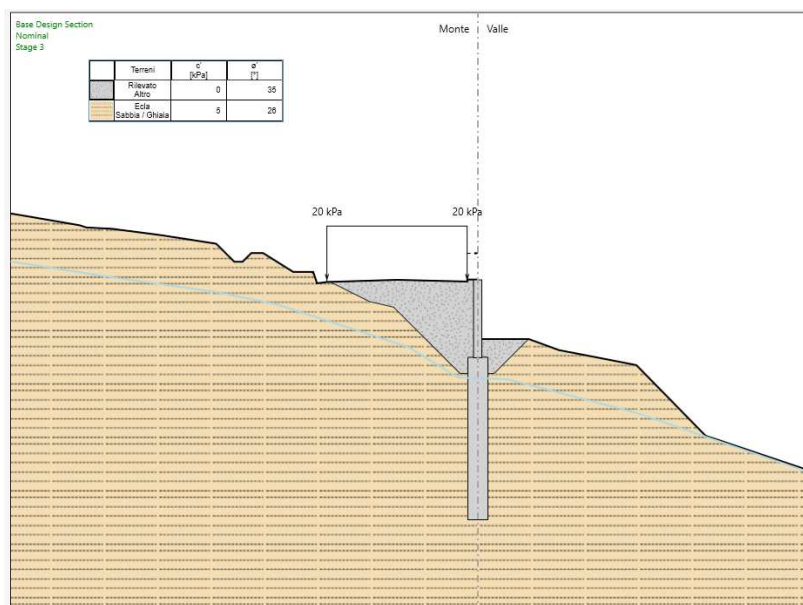
- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	84 di 267



### Step 2 – Realizzazione del rinterro s valle della paratia;

In questa fase viene realizzata il rinterro del piede della paratia (valle) in modo da ridurre le sollecitazioni finali sulla paratia;



### Step 3 – Realizzazione del rilevato stradale a monte della paratia;

In questa fase viene realizzata il rilevato stradale e la pavimentazione stradale;

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

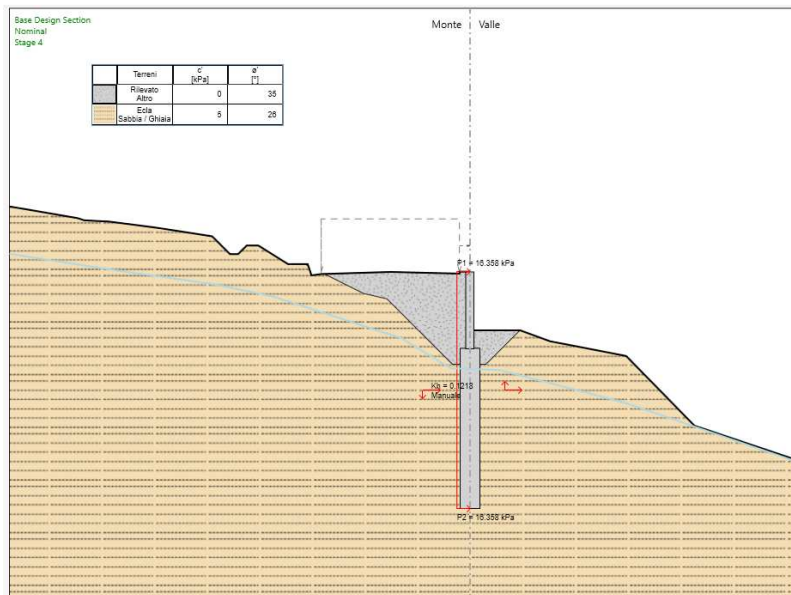
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	85 di 267



### Step 4 – Sisma

In questo step di calcolo, viene simulata l'azione sismica, introducendo l'incremento di spinta sismica sul terreno.

## 12. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

### 12.1.1 Verifica SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle Combinazioni di Calcolo allo SLE, il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo attesa, secondo quanto di seguito specificato:

#### 12.1.2 Verifiche delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

Per il caso in esame risulta in particolare:

#### CALCESTRUZZO PALI E CORDOLO C32/40

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{19.92} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

#### CALCESTRUZZO ELEVAZIONE MURI C25/30

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{11.21} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 87 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### ACCIAIO

$$\sigma_{fmax} = (0,80 f_{yk}) =$$

**360**

MPa

Combinazione di Carico

Caratteristica(Rara)

#### 12.1.3 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Nel caso in esame si ha:

Condizioni Ambientali: aggressive

Armature: Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente:  $w \leq 0.2\text{mm}$

Combinazione Frequente:  $w \leq 0.3\text{mm}$



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 88 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

#### 12.1.4 Verifiche allo SLU

##### 12.1.4.1 Pressoflessione

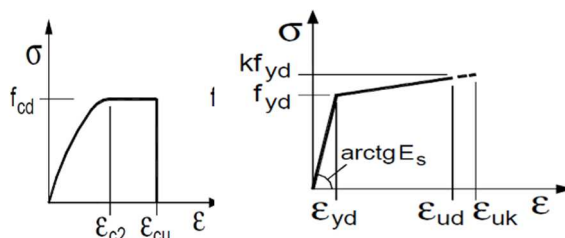
La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:

##### CALCESTRUZZO C32/40

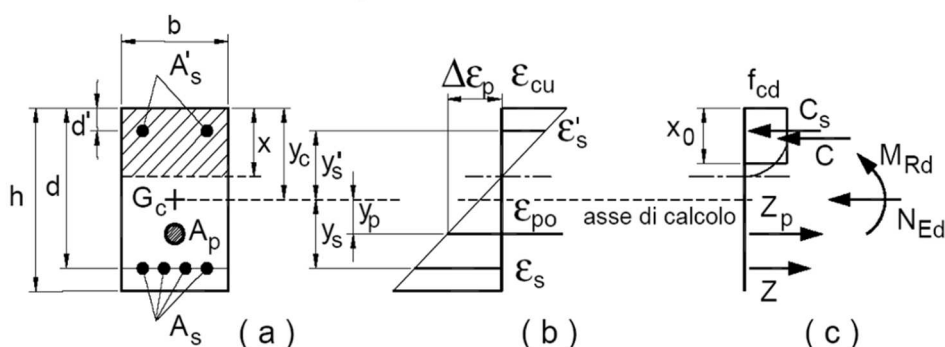
$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / 1.5 = 18.81 \text{ MPa}$$

##### CALCESTRUZZO C25/30

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ MPa}$$



##### Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica  
sezione -

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 89 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

#### 12.1.4.2 Taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw} / (b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ :

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 90 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

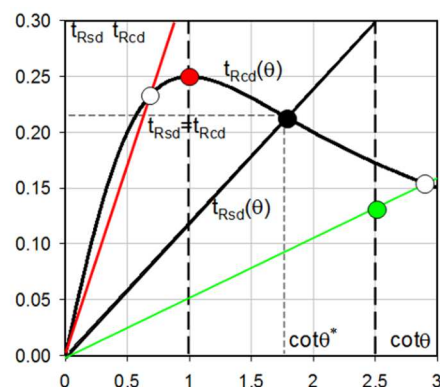
Essendo:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.3.5.2 delle NTC18, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

$$45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

( $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 91 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$ coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrane non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
	$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$ : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

- Se la  $\cot \theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot \theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot \theta = 2,5$ .
- Se la  $\cot \theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot \theta = 1,0$ .

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 92 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 13. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELLE PARATIA

Nell'ambito del presente paragrafo, si descrivono i criteri generali adottati per l'analisi e relative verifiche strutturali e geotecniche delle opere oggetto di dimensionamento

### 13.1 ANALISI DEI CARICHI

#### 13.1.1 Peso proprio

Il peso proprio della struttura ha un peso dell'unità di volume del c.a. pari a  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

#### 13.1.2 Spinta del terreno

La valutazione delle Spinte del terreno sui pali viene effettuata automaticamente dal codice di calcolo Paratia Plus.

#### 13.1.3 Spinta in presenza di falda

La valutazione delle Spinte della falda sui pali viene effettuata automaticamente dal codice di calcolo Paratia Plus.

#### 13.1.4 Azioni variabili da traffico (Q1)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare a monte della paratia, si è assunto:

$Q2 = 20 \text{ kN/m}^2$  - Sovraccarico stradale considerato nello step di calcolo 3

#### 13.1.5 Azioni Sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ .

Queste azioni vengono calcolate in automatico dal codice di calcolo Paratia Plus.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 93 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 13.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al par. 2.5.3 del DM 14.01.18, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_y \pm 0.3 \times E_z$$

avendo indicato con  $E_y$  e  $E_z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 94 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU,**

*eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)*

- (1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
- (2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
- (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
- (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2. IV.
- (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.
- (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
- (7) 1,20 per effetti locali

**Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
Neve	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

**Tabella 5.1.VI- Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni (da DM 14/01/2008)**



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 95 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

In definitiva, con riferimento ai carichi di tipo variabile previsti nel caso in esame, sono stati assunti i seguenti coefficienti di partecipazione  $\Psi$ :

Carichi stradali (Variabili da traffico)

$$\Psi_0 = 0.75 \quad \Psi_1 = 0.75 \quad \Psi_2 = 0.00$$



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 96 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

## 14. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

### 14.1 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (PUNTO 10.2)

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

#### Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	Paratia Plus
Versione	21
Produttore	INTERFACING MANUAL – CEAS - viale Giustiniano 10, 20129 Milano
Utente	TECNOSTRUTTURE S.R.L.
Licenza	71538

#### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio del codice di calcolo automatico PARATIE PLUS 2021 - un programma non lineare ad elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi fornisce i risultati in termini di sollecitazioni nelle sezioni più significative.

Il calcolo viene eseguito secondo le fasi costruttive dell'opera:

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 97 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### **Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software ed inoltre il produttore del software medesimo ha fornito i certificati di "Affidabilità del codice di calcolo ParatiePlus" di cui si riporta di seguito:

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 98 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

**Affidabilità del codice di calcolo ParatiePlus**

Facendo seguito a quanto previsto nel paragrafo "Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo" delle "Norme tecniche per le Costruzioni", si precisa che la documentazione a corredo del software richiesta dalla norma citata è contenuta nei seguenti documenti in formato PDF compresi nell'installazione di PARATE PLUS:

Guida Utente	Contiene una descrizione delle basi teoriche generali e delle procedure di progetto generali implementate, con particolare riferimento alle varie Normative tecniche adottate. Inoltre, contiene una serie di esempi tipici, per i quali vengono descritte, in modo dettagliato, le diverse fasi operative ed relativi comandi del programmi. Sono contenuti inoltre commenti sui criteri di modellazione che si rendono via via necessari; infine sono discussi i risultati. Tutti i file di input dei casi risolti sono compresi nell'installazione del programma.
Teoria - Paratie Plus	Descrive in modo approfondito gli algoritmi numerici alla base della simulazione di un'opera di sostegno tramite il metodo delle molle non lineari.
advanced-modelling	Per tutti gli algoritmi e le diverse opzioni di modellazione implementate, sono riportati casi prova commentati con il confronto tra i risultati forniti dal programma ed i valori di riferimento, disponibili in genere da esempi teorici risolvibili con altri metodi o tramite il confronto con valori in letteratura. Tutti i file di input dei casi prova sono compresi nell'installazione del programma.
Stima Parametri	Contiene una guida per la determinazione dei principali parametri geomeccanici di input, alla luce delle tecnologie sperimentali più diffuse, e secondo raccomandazioni accreditate in letteratura e da standard internazionali
Verifiche strutturali	Descrive le assunzioni ingegneristiche alla base delle procedure di verifica degli elementi strutturali, quali pareti, tiranti, puntoni, elementi di ripartizione ecc.
Interfaccia con DXF	Descrive le ipotesi alla base dell'importazione della geometria a partire da un modello cad.
Relazione di Calcolo	

CEAS SRL

Ing. Bruno Becci



Inoltre, sempre dalla documentazione del produttore è possibile esaminare ed analizzare una serie di esempi semplificati per il controllo dei risultati.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	99 di 267

## 15. 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 involuppi (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);
- ❖ lo sforzo nei tiranti (per unità di lunghezza);

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

### 15.1 DIAGRAMMA DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

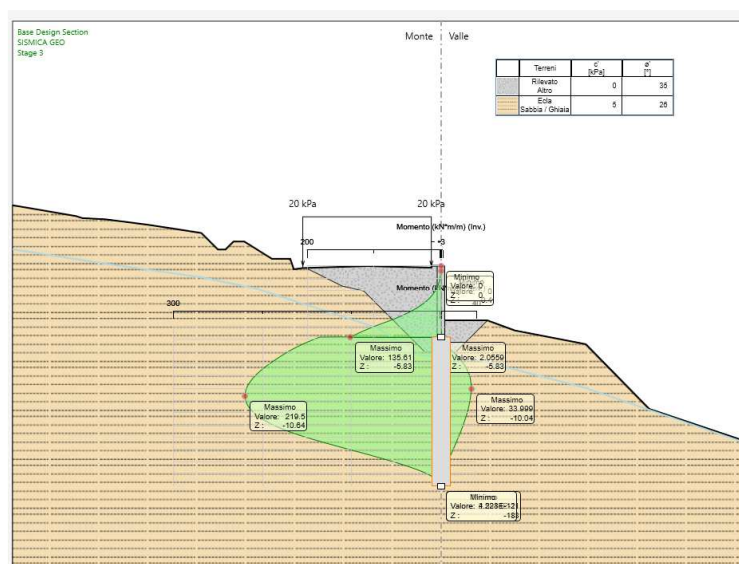


Figura 15.1 –Diagramma del momento flettente (involuppo allo SLE)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 100 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

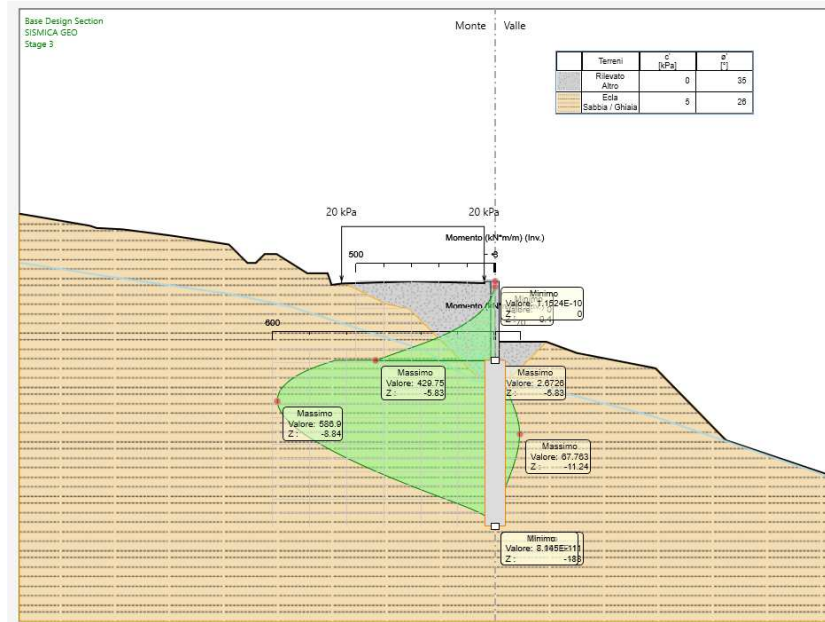


Figura 15.2 – Diagramma del momento flettente (involuppo allo SLU/SISMICA)

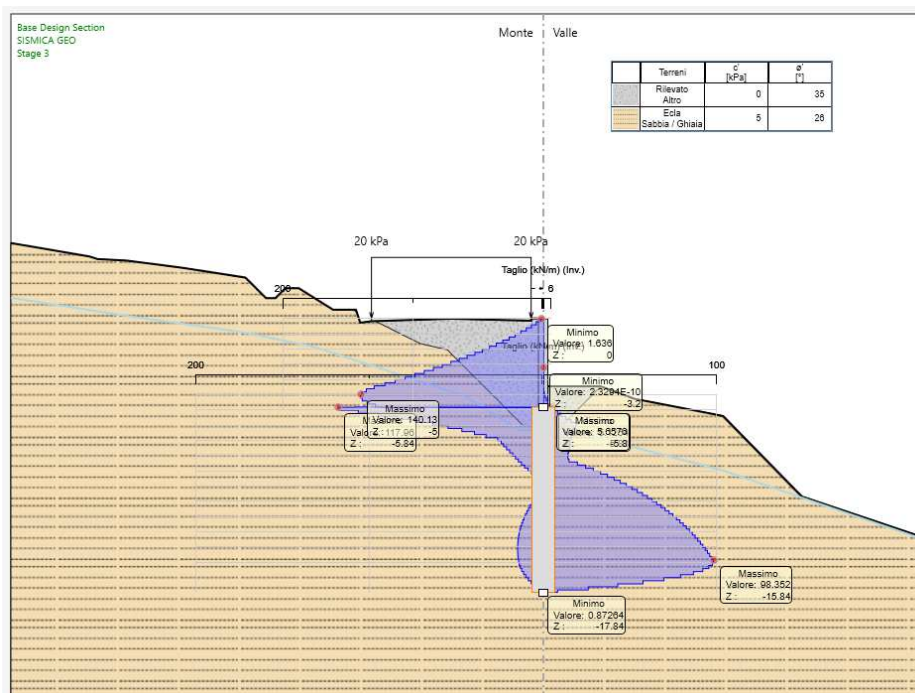


Figura 15.3 – Diagramma del taglio (involuppo allo SLU/SISMICA)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

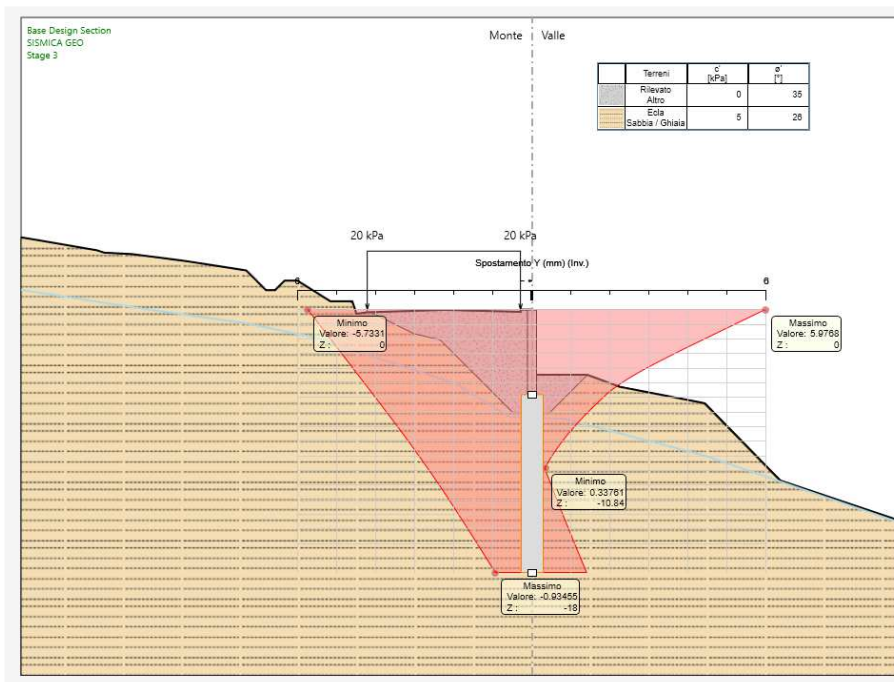
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	101 di 267

## 15.2 DIAGRAMMA DI INVILUPPO DELLE DEFORMAZIONI



**Figura 15.4** – Diagramma delle deformate (SLE)

La deformata orizzontale massima allo SLE è pari a 5.98 mm e si verifica in testa al complesso setto/paratia. Tale deformata è compatibile con la funzionalità dell'opera.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

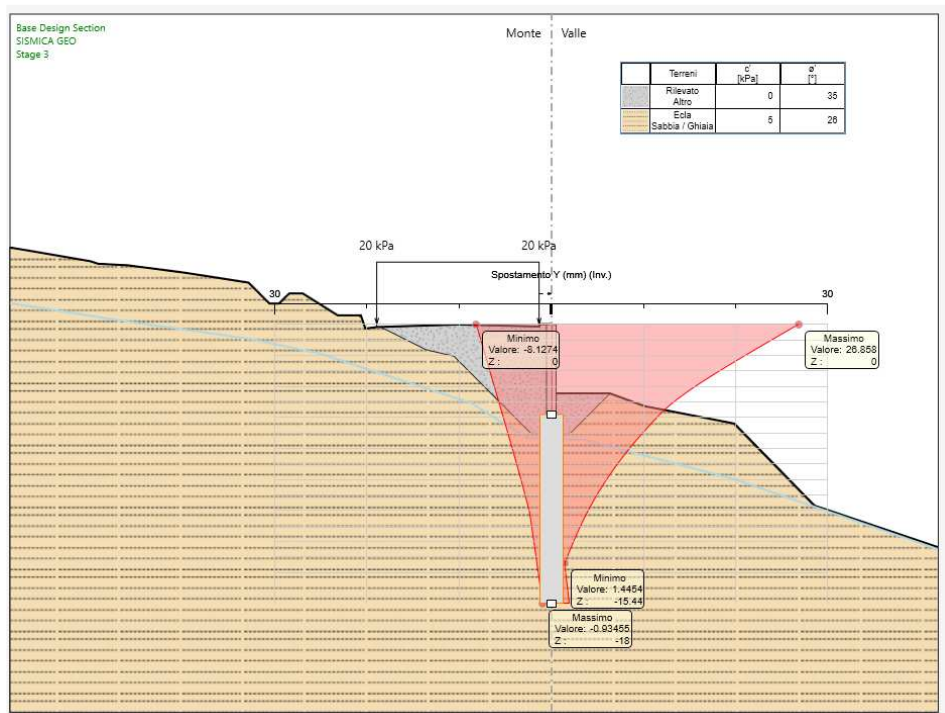
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	102 di 267



**Figura 15.5** – Diagramma delle deformate (SISMICA)

In simica la deformata massima risulta essera pari a  $0.005 \cdot H$  dove H è l'altezza della paratia nel suo complesso ( $H=18\text{m}$ ).

Pertanto, lo spostamento massimo rilevato in testa pari a 26.86 mm risulta essere inferiore a  $0.005 \cdot 18 = 0.09 \text{ m} = 90 \text{ mm}$ .

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 103 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

## 16. 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 (micropali, tiranti attivi e travi di ripartizione).

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. 12.1.2.

### 16.1 VERIFICA DEI PALI

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

Per la verifica agli SLU si valutano le sollecitazioni resistenti di progetto della sezione circolare in c.a.  $\phi 1500$  mm.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime agenti sul palo in funzione della profondità:

#### **Sollecitazione a metro lineare di paratia**

SEZIONE	SLE (Sollecitazioni max sul palo)				SLU (Sollecitazioni max sul palo)			
	$\delta s$ max (mm)	Z (m)	M max (kNm)	Nmax (*) (kN)	Z (m)	M max (kNm)	Nmax(*) (kN)	T max (kN)
Helev = 5.83 Lpalo = 11.00	5.98	-10.64	219.50	773.81	-8.84	586.90	694.29	140.13

(\*) Nmax = [Peso del muro + peso del terreno sul cordolo a monte]\*interasse palo + peso del palo fino alla sezione con Mmax.

#### **Sollecitazione sul singolo palo**

COMB.	Interasse Pali (m)	Momento sollecitante palo (kNm)	Sforzo normale sollecitante palo (kN)	COMB.	Momento resistente palo (kNm)	Sforzo normale resistente palo (kN)	Taglio resistente palo (kN)
SLE	1.80	395.10	773.81	SLU	1056.42	694.29	252.23

Nel seguito vengono riportate le verifiche strutturali dei pali in oggetto, per le verifiche geotecniche si rimanda al paragrafo specifico:



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 104 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

Sia le verifiche geotecniche che strutturali risultano soddisfatte come riportato nelle tabelle sottostanti:

#### 16.1.1.1 Verifica strutturali

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative delle armature previste e delle tensioni sui materiali:

Concio	Diametro Palo	Copriferro armatura a flessione (cm)	L gabbia (m)	Armature a flessione	Armatura a taglio
2	φ 1500	8.50	12.00	18 φ 20 -1° strato	1 φ 12/20

La seguente tabella riepiloga il massimo momento resistente della sezione calcolato, le verifiche di resistenza delle armature e le verifiche a taglio sono state effettuate col codice di calcolo automatico "RC-SEC ver. 2022 della GEOSTRU". Inoltre dalle verifiche di seguito riportate si evince che le armature richieste sono quelle minime da norma:

RISULTATI PRINCIPALI SLU	Med (kNm)	Ned (kN)	Ted (kN)	MRd (kNm)	NRd (kN)	TRd (kN)	Fs
Concio 2	1056.42	694.29	252.23	<b>1851.88</b>	650.11	<b>1375</b>	0.57

La seguente tabella riepiloga le massime tensioni e fessure calcolate:

RISULTATI PRINCIPALI SLE	Med (kNm)	Ned (kN)	Armature	σc [Mpa]	σf [Mpa]	Wk [mm]
Concio 2	395.10	773.81	18 φ 20 -1° strato	2.07 <0.45*fck=14.94	27.84 <0.8*fyk=313.04	0.000 <0.2

Dalle tabelle sovrastante risulta che il tasso di sfruttamento dei momenti ( $M_{Sd} / M_{Rd}$ ) risulta sempre inferiore a 1.

Inoltre, essendo il tasso di sfruttamento dei tagli ( $V_{Sd} / V_{Rd}$ ) sempre inferiore a 0.5, si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 105 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

## 16.2 ELEVAZIONE MURI

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

Per la verifica agli SLU si valutano le sollecitazioni resistenti di progetto della sezione allo spiccato della parete in elevazione.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime agenti allo spiccato:

#### *Sollecitazione a metro lineare di parete*

SEZIONE	SLE (Sollecitazioni max sulla parete)				SLU (Sollecitazioni max sulla parete)			
	$\delta s$ max (mm)	Z (m)	M max (kNm)	Nmax (*) (kN)	Z (m)	M max (kNm)	Nmax(*) (kN)	T max (kN)
Helev = 5.83	5.98	-5.83	135.61	107.86	-5.83	429.75	107.86	117.96

(\*) Nmax = Peso della parete in elevazione

Nel seguito vengono riportate le verifiche strutturali della sezione allo spiccato (estradosso cordolo).

#### 16.2.1.1 Verifica strutturali

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative delle armature previste e delle tensioni sui materiali:

Concio	Spessore (cm)	Copriferro armatura (cm)	Armature compresso	Armature tesa	Armatura a taglio
2	93	6.20	5 $\phi$ 14	(5+5) $\phi$ 16	Minima da Norma 9 $\phi$ 12/mq

Dalle verifiche di seguito riportate si evince che le armature richieste sono quelle minime da norma.

La seguente tabella riepiloga il massimo momento resistente della sezione allo spiccato, le verifiche di resistenza delle armature sono state effettuate col codice di calcolo automatico "RC-SEC ver. 2022 della GEOSTRU":

RISULTATI PRINCIPALI SLU	Med (kNm)	Ned (kN)	Ted (kN)	MRd (kNm)	NRd (kN)	TRd (kN)	Fs
Concio 2	429.75	107.86	117.96	<b>744.26</b>	107.86	<b>284.38</b>	0.57

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 106 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

La seguente tabella riepiloga le massime tensioni e fessure calcolate:

RISULTATI PRINCIPALI SLE	Med (kNm)	Ned (kN)	$\sigma$ [Mpa]	$\sigma_f$ [Mpa]	Wk [mm]
Concio 3	135.61	107.86	1.49 <0.45*fck=14.94	53.49 <0.8*fyk=313.04	0.00 <0.2

Dalle tabelle sovrastante risulta che il tasso di sfruttamento dei momenti ( $M_{Sd} / M_{Rd}$ ) risulta sempre inferiore a 1.

#### VERIFICA A TAGLIO

<b>Verifica a taglio : concio 2</b>			
<i>Elementi senza armatura trasversale a taglio</i>			
<i>- Verifica del conglomerato</i>			
$V_{Rd} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ctk})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$	284.38	kN	
<b><math>V_{Ed} =</math></b>	<b>117.96</b>	<b>kN</b>	<b>ok</b>
con:			
$K = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.467		$\leq 2$
$R_{ck} =$	30	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.310	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	24.9	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	14.11	N/mm <sup>2</sup>	
$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) =$	0.00219		$\leq 0,02$
$d =$	918	mm	
$H =$	980	mm	
$b_w =$	1000	mm	
$A_{sl} =$	2010	mm <sup>2</sup>	(10 $\phi$ 16)
$N_{Ed} =$	0.00	kN	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	$\leq 0,2 \cdot f_{cd}$

Inoltre, essendo il tasso di sfruttamento dei tagli ( $V_{Sd} / V_{Rd}$ ) sempre inferiore a 0.5, si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione.

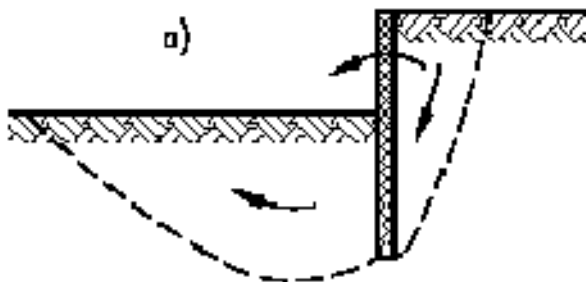
Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 107 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 17. VERIFICHE DI STABILITÀ

### 17.1 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:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	108 di 267

### 17.1.2 Verifiche GEO delle spinte a valle della paratia

#### PARATIE DEL CONCIO N° 2

##### Combinazione statica

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

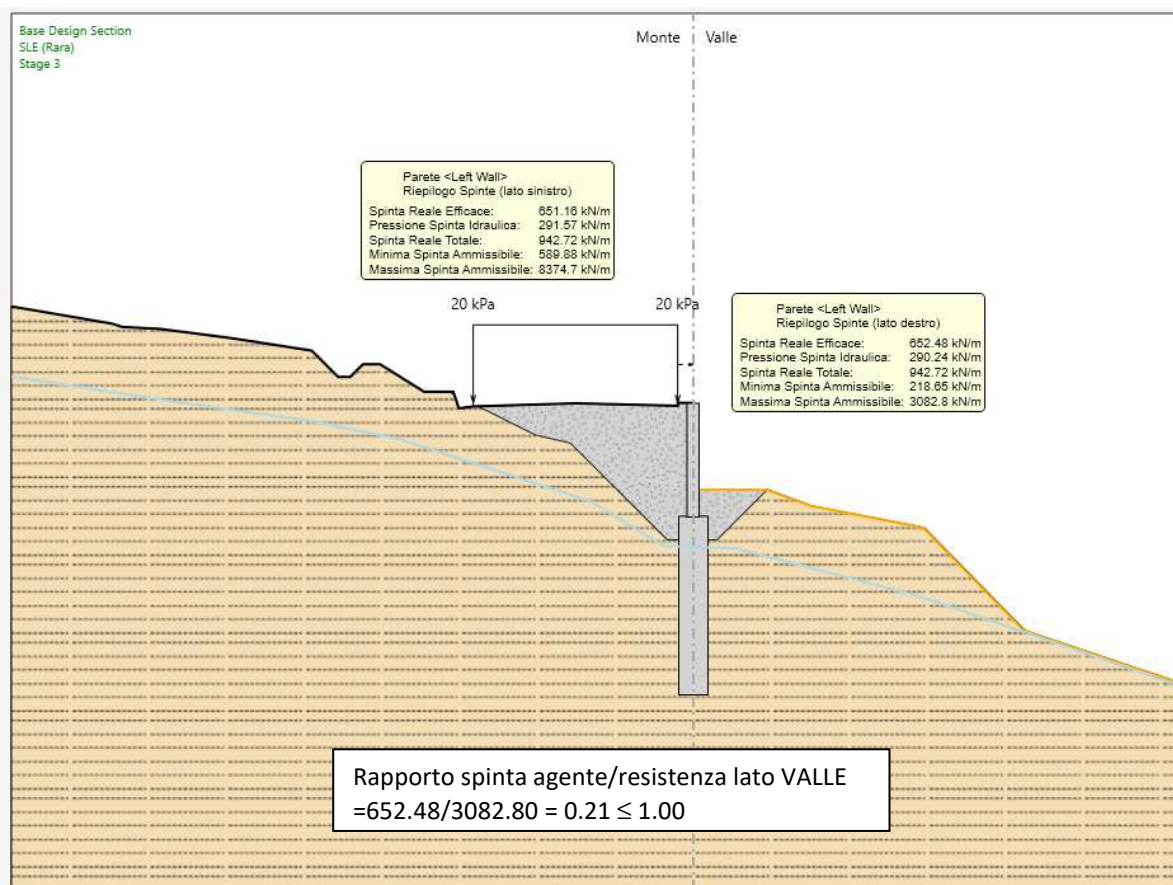


Figura.5: Spinta mobilitata ed ammissibile – Combinazione statica.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

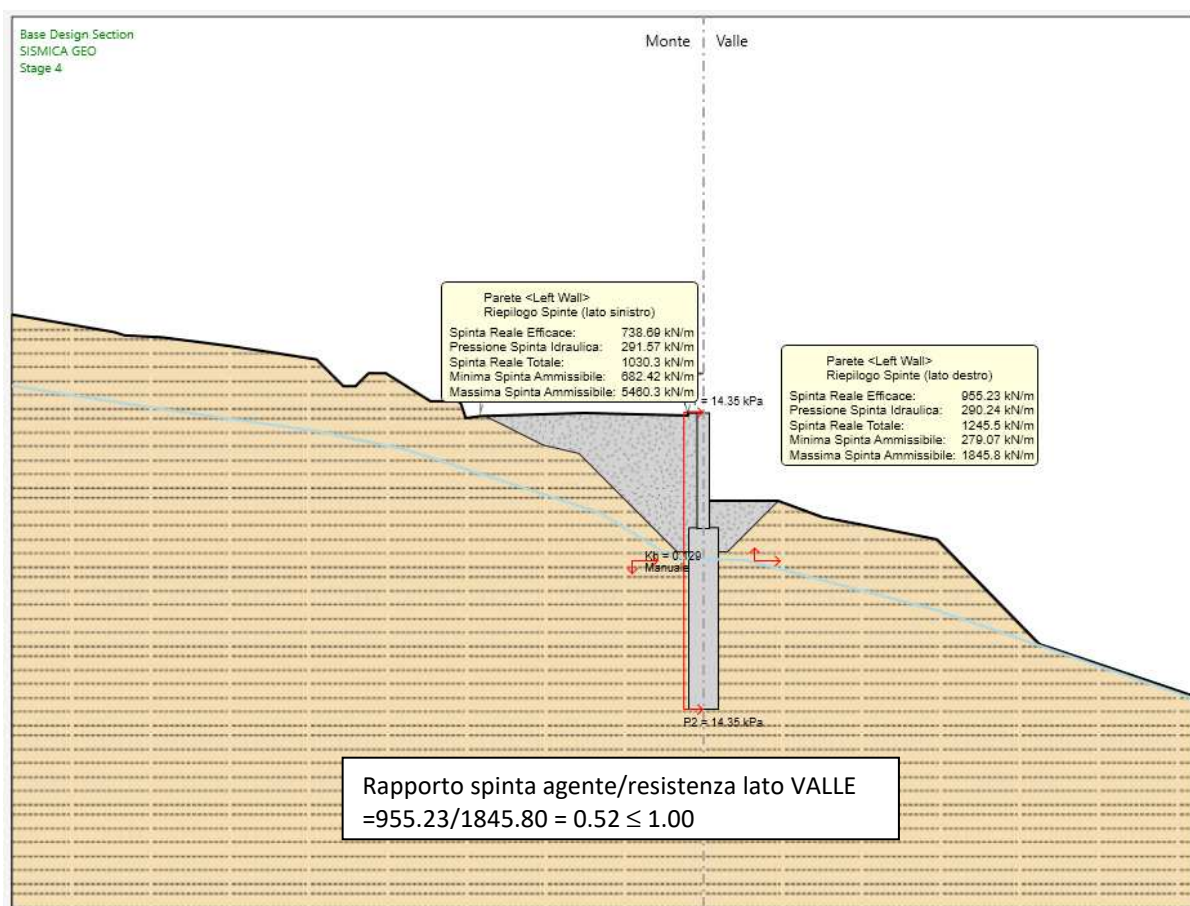
Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 109 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione sismica

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



**Figura.6: Spinta mobilitata ed ammissibile – Combinazione sismica.**

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.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 110 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

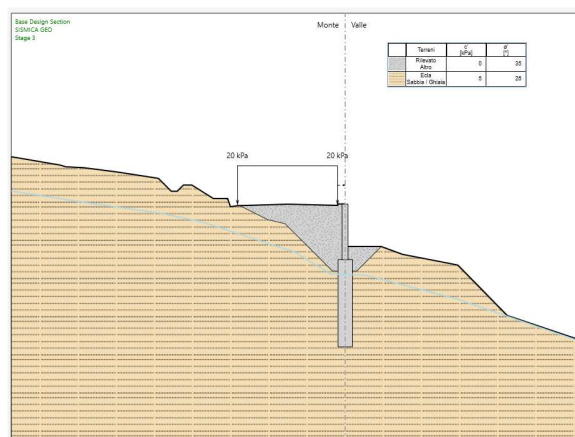
## 17.2 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DELLA PARATIA

Al fine di verificare l'adeguatezza dell'intervento progettato in relazione alle condizioni di stabilità generale del versante interessato dalla berlinese, sono state eseguite delle verifiche di stabilità globale del pendio e dello scavo a monte dell'opera in esame per mezzo del codice di calcolo automatico MICROSTABL.

Di seguito si riportano le analisi eseguite in corrispondenza della sezione più critica.

### 17.2.1 Stabilità globale - modello geotecnico

La sezione presa in esame (v. figura 11.2) è rappresentativa dell'intera paratia e rappresenta la sezione trasversale con la massima altezza di scavo.



**Figura 11.2** - Sezione 1 - Geometria del modello.

Per i parametri geotecnici adottati nei calcoli di stabilità si rimanda al capitolo 5.

La verifica di stabilità globale viene effettuata con la stratigrafia più critica e qui di seguito riportata:

LITOTIPO		POTENZA in	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$E_{vc}$	$E_{ur}$
		asse stdada					
		m	kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	MPa	MPa
Unità Ecla – Depositi eluvio colluviali	Ecla	2.30-25.00	19.5	5	26	25	40
Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso	Salt	3.50	20	10	25	130	208
Unità Ap – Substrato pelico arenaceo	Ap	In poi	23.5	85	34	100	160

Falda a -3.50 m da P.C.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 111 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

**17.2.2 Stati limite di progetto**

In accordo con la normativa vigente, le verifiche di stabilità sia in condizioni statiche che sismiche sono state effettuate con l'Approccio 1- Combinazione 2: A2+M2+R2 tenendo conto dei vari coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

La condizione di verifica  $E_d \leq R_d$  equivale ad avere un coefficiente di sicurezza in corrispondenza della superficie di scorrimento critica  $F_{min} \geq \gamma R$ :  $F = R_d/E_d \geq 1.1$

Per i valori dei coefficienti parziali adottati si rimanda alle tabelle 7.4.

**17.2.3 Ipotesi di calcolo**

Per le verifiche di stabilità riportate nel seguito sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Si è utilizzato il metodo di Bishop semplificato, con superfici di rottura circolari.
- Si è considerato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb classico.
- Sono stati analizzati i meccanismi di rottura con superfici di scivolamento passanti per il piede della berlinese.

Per le azioni sismiche si è fatto riferimento ai seguenti valori di  $k_h$  e di  $k_v$ :

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot S \cdot a_g/g = 1 \cdot 0.28 \cdot 1.364 \cdot 0.220 = 0.084;$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = 0.5 \cdot 0.084 = 0.042$$

Il sovraccarico in statica è pari a 20 kPa, in sismica è pari a 4 kPa.



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

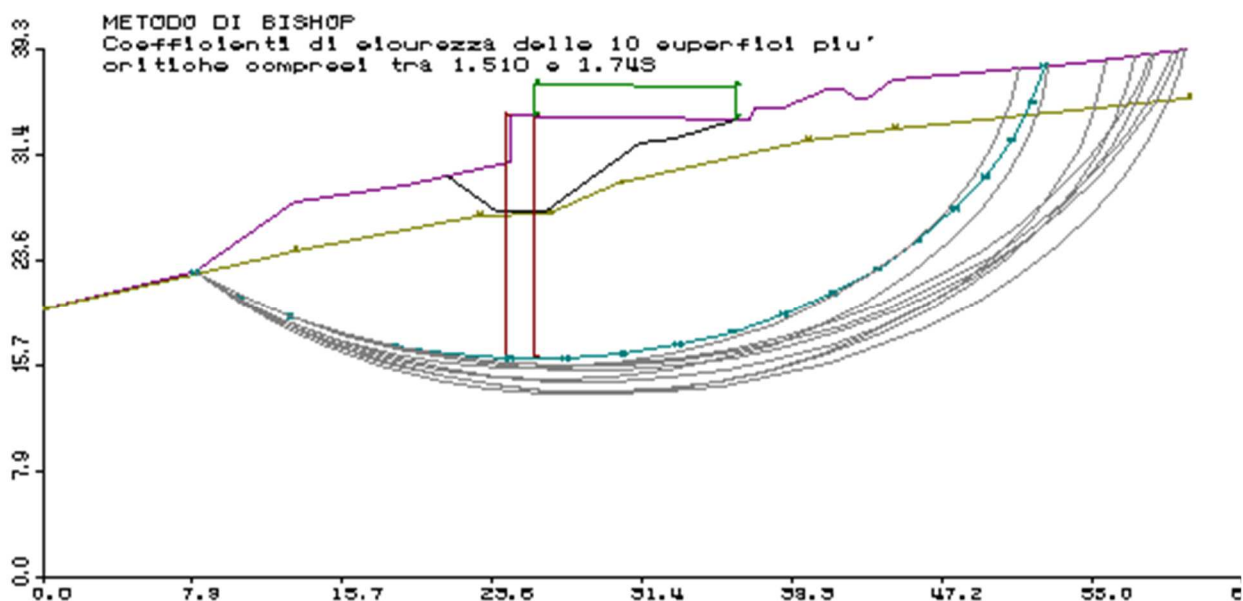
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	112 di 267

#### 17.2.4 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi di stabilità svolte, per le sezioni di calcolo descritte e gli stati limite di progetto illustrati nel paragrafo precedente, sono riassunti qui di seguito. Nelle figure seguenti sono riportati il valore del minimo coefficiente di sicurezza del pendio e la corrispondente superficie critica.

##### 17.2.4.1 Sezione con altezza di scavo maggiore con accidentale

Per quanto riguarda lo stato limite ultimo ( $A_2+M_2+R_2$ ) si sono ottenuti i risultati illustrati nelle seguenti in figure:



Sezione - Stato limite di progetto ( $A_2+M_2+R_2$ ) -  $FS_{min}=1.510$ .

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

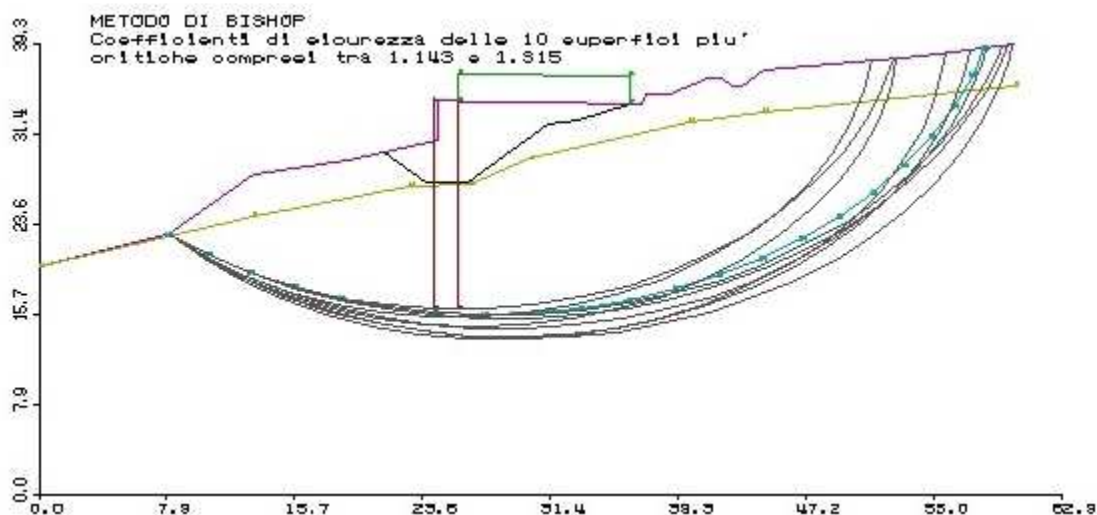
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	113 di 267

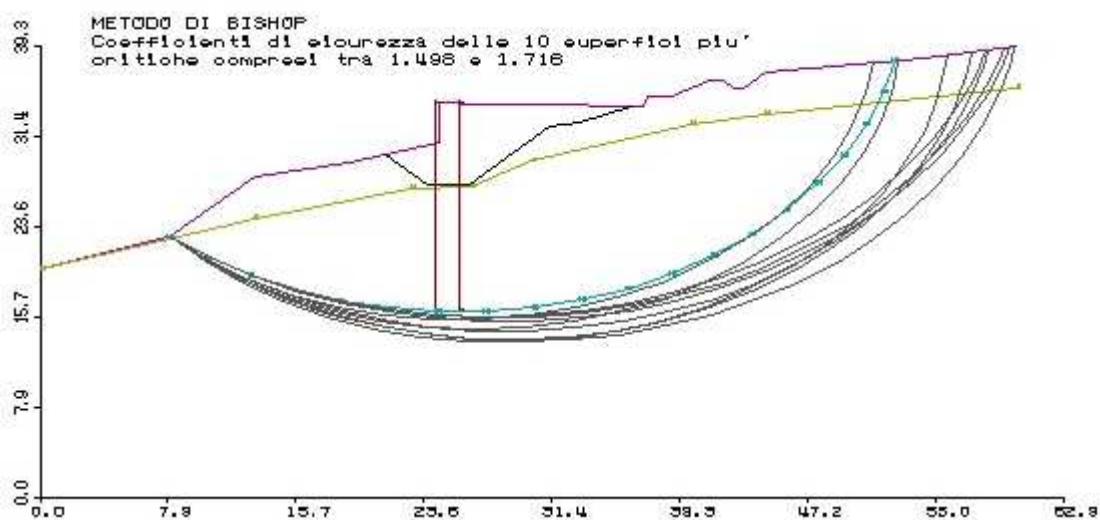
Per quanto riguarda lo stato limite ultimo (SISMA<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) si sono ottenuti i risultati illustrati in figura:



Sezione - Stato limite di progetto (SISMA<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) - FS<sub>min</sub>=1.143.

### 17.2.4.2 Sezione con altezza di scavo maggiore senza accidentale

Per quanto riguarda lo stato limite ultimo (A<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) si sono ottenuti i risultati illustrati nelle seguenti in figure:



Sezione - Stato limite di progetto (A<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) - FS<sub>min</sub>=1.498.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

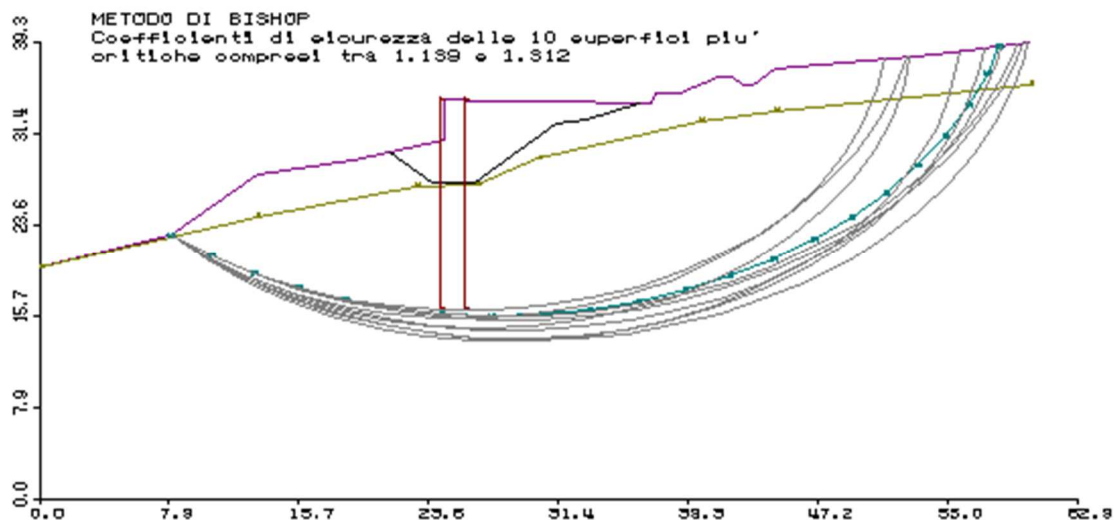
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	114 di 267

Per quanto riguarda lo stato limite ultimo (SISMA<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) si sono ottenuti i risultati illustrati in figura:



**Sezione - Stato limite di progetto (SISMA<sub>2</sub>+M<sub>2</sub>+R<sub>2</sub>) - FS<sub>min</sub>=1.139.**

Il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 1.139.

In tutti e due i casi analizzati il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità globale del versante risulta soddisfacente.

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 115 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

## **18. CONCLUSIONI**

Per le verifiche statiche dell'opera sono state eseguite le necessarie verifiche strutturali e di stabilità, sia in condizioni statiche e sia in condizioni sismiche.

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, sia in condizioni statiche e sia in condizioni sismiche.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 116 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

# ALLEGATO 1

## TABULATI DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO: $H = 8.93$ m



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

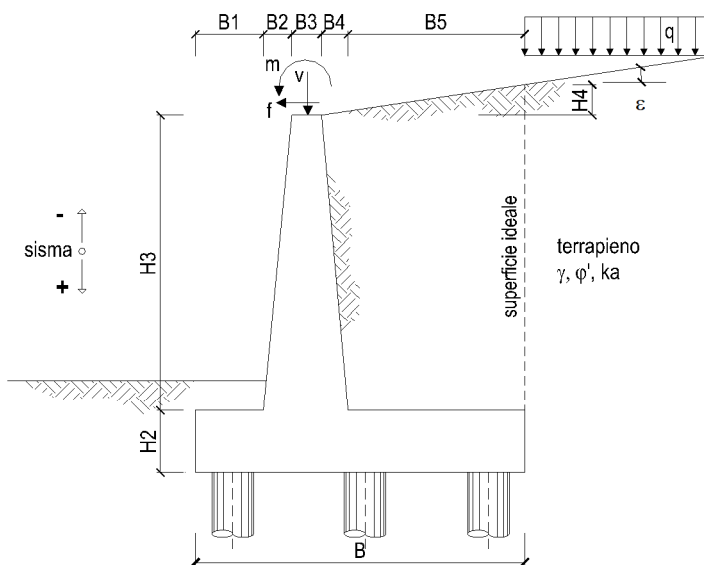
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	118 di 267



OPERA con Hmuro = **8.93** m

#### DATI DI PROGETTO:

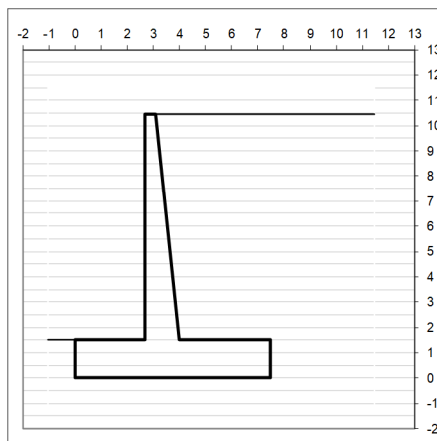
##### Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	<b>8.93</b>	(m)
Aggetto Valle	B2 =	<b>0.00</b>	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	<b>0.40</b>	(m)
Aggetto monte	B4 =	<b>0.89</b>	(m)

##### Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	<b>7.50</b>	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	<b>1.50</b>	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	<b>2.70</b>	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	<b>3.51</b>	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	$\gamma_{cls}$ =	<b>25.00</b>	(kN/m <sup>3</sup> )
---------------------------------	------------------	--------------	----------------------



#### Dati Geotecnici

Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	$\phi' =$	<b>35.00</b>	(°)	Coefficiente Categoria di Suolo
	Peso Unità di Volume del terrapieno	$\gamma' =$	<b>20.00</b>	(kN/m <sup>3</sup> )	
Dati Sismici	Angolo di inclinazione Piano di Campagna	$\epsilon =$	<b>0.00</b>	(°)	S = <b>1.364</b> (-)
	Angolo di attrito terreno-paramento <b>va posto pari a zero</b>	$\delta_{muro} =$	<b>17.50</b>	(°)	
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	$\delta_{sup id} =$	<b>17.50</b>	(°)	
	Accelerazione sismica	$a_g/g =$	<b>0.220</b>	(-)	
Coeff. Spinta	Coeff. di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)	$\beta m =$	<b>1.00</b>	(-)	Val. Norm.
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma +	$kas+ =$	<b>0.43</b>	(-)	
Coeff. Spinta	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma -	$kas- =$	<b>0.54</b>	(-)	0.536
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma +	$kas+ =$	<b>0.43</b>	(-)	

#### Carichi Agenti

Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q =	<b>20.00</b>	(kN/m <sup>2</sup> )
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f =	<b>0.00</b>	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v =	<b>0.00</b>	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni statiche	m =	<b>0.00</b>	(kNm/m)
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs =	<b>0.00</b>	(kN/m <sup>2</sup> )
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs =	<b>0.00</b>	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs =	<b>0.00</b>	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms =	<b>0.00</b>	(kNm/m)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	119 di 267

### coefficienti parziali

	caso	azioni		proprietà del terreno
		permanenti	temporanee variabili	tan φ'
SLU	●	●	●	●
	●	●	●	●
SLD	○	○	○	○
def.	○	○	○	○

### Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati	Terapieno					
		Angolo di attrito del terrapieno	φ	=	35.00	(°)
		Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	26.00	(kN/m <sup>3</sup> )
		Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)
		Angolo di attrito terreno-paramento	δ <sub>muro</sub>	=	17.50	(°)
		Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ <sub>sup id</sub>	=	17.50	(°)
Coeff. Spinta		Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.426	(-)
		Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.43	(-)
		Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.54	(-)
					0.426	Val. Norm.
					0.434	Val. Norm.
					0.536	Val. Norm.

### Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni	Statiche				
		Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	30.00 (kN/m <sup>2</sup> )
		Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f	=	0.00 (kN/m)
		Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00 (kN/m)
		Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00 (kNm/m)
Condizioni Sismiche		Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	0.00 (kN/m <sup>2</sup> )
		Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	=	0.00 (kN/m)
		Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00 (kN/m)
		Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00 (kNm/m)

## VERIFICHE GEOTECNICHE

### A) FORZE VERTICALI

#### A1) Peso del Muro (Pm)

$$\begin{aligned}
 Pm1 &= (B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2 &= & 0.00 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm2 &= (B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) &= & 89.30 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm3 &= (B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2 &= & 99.68 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm4 &= (B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls}) &= & 281.25 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm &= Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 &= & 470.23 \quad (\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

#### A2) Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

$$\begin{aligned}
 Pt1 &= (B5 \cdot H3 \cdot \gamma') &= & 626.35 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt2 &= (0.5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma') &= & 0.00 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt3 &= (B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2 &= & 103.67 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt &= Pt1 + Pt2 + Pt3 &= & 730.02 \quad (\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

### B) MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

#### B1) Muro (Mm)

$$\begin{aligned}
 Mm1 &= Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2) &= & 0.00 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm2 &= Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0.5 B3) &= & 258.97 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm3 &= Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4) &= & 338.68 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm4 &= Pm4 \cdot (B/2) &= & 1054.69 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm &= Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 &= & 1652.34 \quad (\text{kNm/m})
 \end{aligned}$$

#### B2) Terrapieno a tergo del muro

$$\begin{aligned}
 Mt1 &= Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0.5 B5) &= & 3599.32 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt2 &= Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 (B4 + B5)) &= & 0.00 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt3 &= Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 B4) &= & 383.09 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt &= Mt1 + Mt2 + Mt3 &= & 3982.41 \quad (\text{kNm/m})
 \end{aligned}$$



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 120 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CONDIZIONE STATICA

#### C) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4) \cdot k_0 = 603.05 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sq = q \cdot (H2 + H3 + H4) \cdot k_0 = 133.43 \quad (\text{kN/m})$$

componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta = 575.14 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqh = Sq \cdot \cos \delta = 127.25 \quad (\text{kN/m})$$

componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta = 181.34 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqv = Sq \cdot \sin \delta = 40.12 \quad (\text{kN/m})$$

#### D) MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione statica

$$MSt1 = Sth \cdot (H2 + H3 + H4) / 3 = 1999.57 \quad (\text{kNm})$$

$$MSq1 = Sqh \cdot (H2 + H3 + H4) / 2 = 663.62 \quad (\text{kNm})$$

#### FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mfext)

$$Mfext1 = m = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext2 = f \cdot (H3 + H2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3/2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

#### AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv = 1421.71 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sth + Sqh + f = 702.39 \quad (\text{kN/m})$$

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + MSt2 + MSq2 + Mfext3 = 7295.72 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt1 + MSq1 + Mfext1 + Mfext2 = 2663.19 \quad (\text{kNm/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = Ms - Mr = 4632.54 \quad (\text{kNm/m})$$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

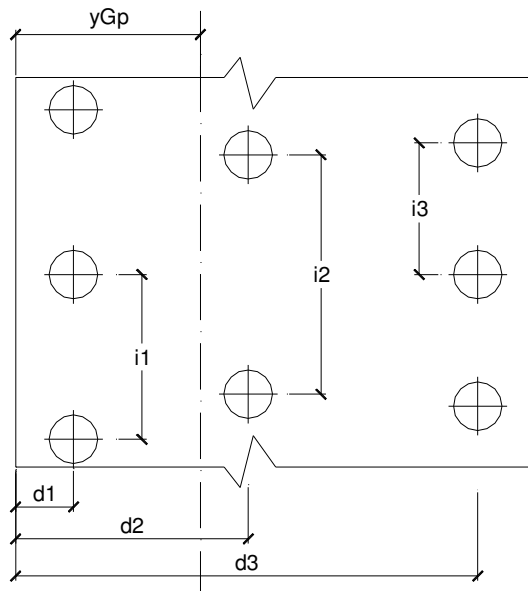
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 121 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

#### Caratteristiche della Palificata



Diametro dei pali	d	=	1.50	(m)		
Fila n° 1	distanza asse bordo valle (d1) =		1.50	(m)	interasse pali (i1) =	4.50 (m)
Fila n° 2	distanza asse bordo valle (d2) =		6.00	(m)	interasse pali (i2) =	4.50 (m)
Fila n° 3	distanza asse bordo valle (d3) =		0.00	(m)	interasse pali (i3) =	0.00 (m)

Asse Baricentrico della Palificata ( $y_{Gp}$ ) = 3.750 (m)

Risultante forze verticali ( $N_p = N$ )

Risultante forze orizzontali ( $T_p = T$ )

Momento rispetto al baricentro della palificata ( $M_p$ )

$M_p = y_{Gp} \cdot N_p - MM$

#### Sollecitazioni rispetto al baricentro della palificata

caso	$N_p$	$M_p$	$T_p$
	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	1421.71	698.89	702.39

#### Sollecitazioni sui pali

caso	N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	M pali
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
statico	3897.74	2499.97		1580.38	3561.17

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 122 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### Calcestruzzo

Rck = 40 (MPa)

$\gamma_c$  = 1.5

$f_{cd} = 0.83 \cdot 0.85 \cdot Rck / 1.5 = 18.81$  (MPa)

##### Copriferro

c = 6.70 (cm)

##### Acciaio

tipo di acciaio B450C

$f_{yk} = 450$  (MPa)

$\gamma_E = 1.00$

$\gamma_S = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$  (MPa)

$E_s = 210000$  (MPa)

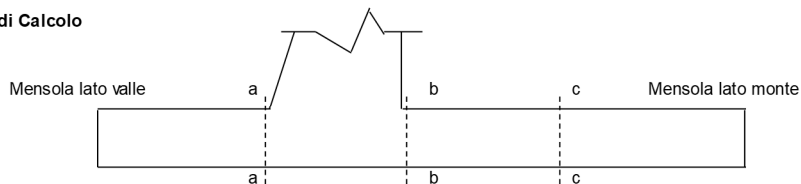
$\epsilon_{ys} = 0.19\%$

$\epsilon_{uk} = 3.000\%$

$\epsilon_{ud} = 2.700\%$

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Sezioni di Calcolo



##### Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B1^2 / 2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

##### Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B5 / 2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

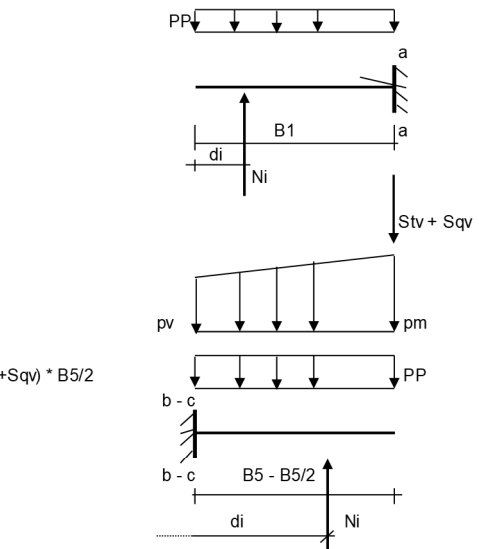
Peso Proprio PP = 37.50 (kN/m)

$p_m = 232.18$  (kN/m<sup>2</sup>)

$p_{vb} = 232.18$  (kN/m<sup>2</sup>)

$p_{vc} = 232.18$  (kN/m<sup>2</sup>)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico	902.71	-1320.09	-802.94

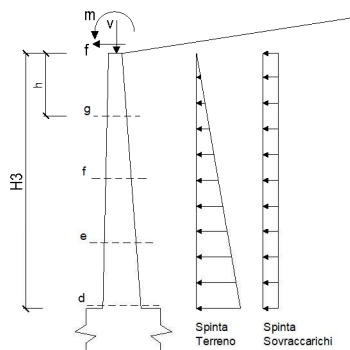


Ta	Tb
[kN]	[kN]
764.91	-611.68

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 123 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dat Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g$	=	0.22	(-)	S	=		
	<b>Coefficiente di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)</b>		$\beta_m$	=	1.00			(-)	Coefficiente Categoria di Suolo
	il muro ammette spostamenti? (si/no)		<input type="radio"/> si	<input checked="" type="radio"/> no	$r$			=	
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	=	0.3001	(-)	0.426	0.488		
	coefficiente sismico verticale	$k_v$	=	0.1500	(-)				
	Coeff. di Spinta Attiva sulla parete	$k_a$	=	0.426	(-)				
	componente orizzontale	$k_{ah}$	=	0.392	(-)				
	componente verticale	$k_{av}$	=	0.168	(-)	0.597	0.597		
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as+}$	=	0.488	(-)				
	componente orizzontale	$k_{ash+}$	=	0.448	(-)				
	componente verticale	$k_{asv+}$	=	0.192	(-)				
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as-}$	=	0.597	(-)					
componente orizzontale	$k_{ash-}$	=	0.548	(-)					
componente verticale	$k_{asv-}$	=	0.235	(-)					

$$M_t = \frac{1}{2} K_o \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$o \quad \frac{1}{2} K_{a, \text{rizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2 \cdot h/2 \text{ (con sisma)}$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_o \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P_{11i} \cdot b_i \cdot k_i \quad \text{(solo con sisma)}$$

$$N_t = \frac{1}{2} K_{a, \text{vert}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$$

$$N_q = K_{a, \text{vert}} \cdot q \cdot h$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{pp, \text{inerzia}} = \sum P_{11i} \cdot (1 \pm k_v)$$

#### condizione statica

sezione	h [m]	Tt	Tq	T <sub>ext</sub>	T <sub>tot</sub>
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8.93	406.29	104.99	0.00	511.28
e-e	6.70	228.54	78.74	0.00	307.28
f-f	4.47	101.57	52.50	0.00	154.07
g-g	2.23	25.39	26.25	0.00	51.64

#### condizione statica

sezione	h [m]	Mt	Mq	M <sub>ext</sub>	M <sub>tot</sub>	Nt	Nq	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp</sub>	N <sub>tot</sub>
		[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8.93	1209.38	468.79	0.00	1678.17	174.22	45.02	0.00	188.98	408.23
e-e	6.70	510.21	263.70	0.00	773.90	98.00	33.77	0.00	123.05	254.81
f-f	4.47	151.17	117.20	0.00	268.37	43.56	22.51	0.00	69.57	135.64
g-g	2.23	18.90	29.30	0.00	48.20	10.89	11.26	0.00	28.56	50.70

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

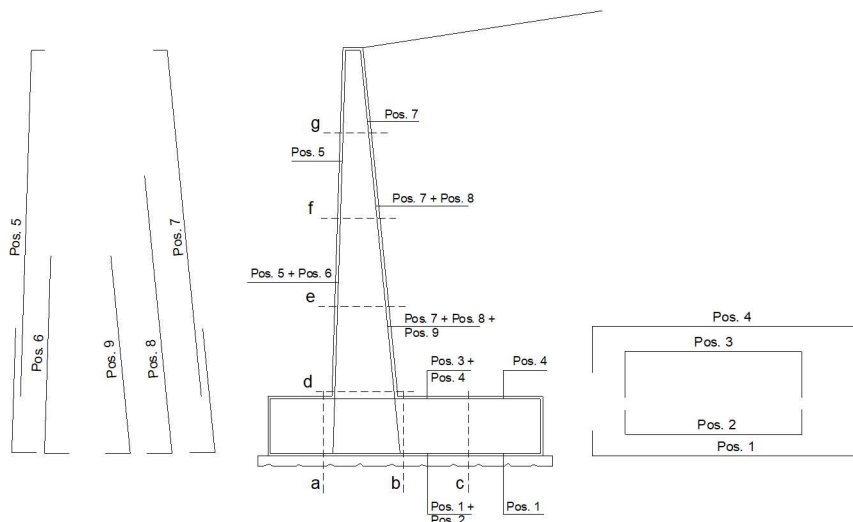
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 124 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### SCHEMA DELLE ARMATURE

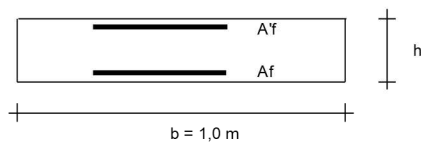


### ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	10.0	26	5	5.0	16
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	26
4	10.0	26	8	5.0	26
			9	5.0	26

Calcola

### VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-7-11-10-8
e-e	pos 5-7-11-10-8
f-f	pos 5-10-8
g-g	pos 5-8

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	(kN)	(m)
a - a	902.71	0.00	764.91	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
b - b	-1320.09	0.00	-611.68	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
c - c	-802.94	0.00	--	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
d - d	1678.17	408.23	511.28	1.29	79.64	10.05	3743.14	408.23	632.97
e - e	773.90	254.81	307.28	1.07	79.64	10.05	2949.91	254.81	553.93
f - f	268.37	135.64	154.07	0.85	53.09	10.05	1543.81	135.64	417.24
g - g	48.20	50.70	51.64	0.62	26.55	10.05	555.48	50.70	286.34

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	125 di 267

### coefficienti parziali

	SLU	caso	azioni		proprietà del terreno
			permanenti	temporanee variabili	tan φ'
	○	caso A1+M1	1.30	1.50	1.00
	○	caso A2+M1	1.00	1.30	1.00
	●	<b>Sismica A1+M1+R3</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
def.	○	--	1.10	1.10	1.20

### Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno		=				
Angolo di attrito del terrapieno	φ	=	35.00	(°)		
Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	20.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)		
Angolo di attrito terreno-paramento	δ <sub>muro</sub>	=	17.50	(°)		
Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ <sub>sup id</sub>	=	17.50	(°)		
Coeff. Spinta	Coeff. di Spinta a riposo sulla superficie ideale	ko	=	0.426	(-)	0.426
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.43	(-)	0.434
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.54	(-)	0.536

### Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche		=		
Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	20.00	(kN/m <sup>2</sup> )
Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche		=		
Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	0.00	(kN/m <sup>2</sup> )
Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	=	0.00	(kN/m)
Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00	(kN/m)
Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00	(kNm/m)

## VERIFICHE GEOTECNICHE

### A) FORZE VERTICALI

#### A1) Peso del Muro (Pm)

$$\begin{aligned}
 Pm1 &= (B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2 &= & 0.00 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm2 &= (B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) &= & 89.30 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm3 &= (B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2 &= & 99.68 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm4 &= (B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls}) &= & 281.25 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pm &= Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 &= & 470.23 \quad (\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

#### A2) Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

$$\begin{aligned}
 Pt1 &= (B5 \cdot H3 \cdot \gamma) &= & 626.35 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt2 &= (0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma) &= & 0.00 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt3 &= (B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2 &= & 79.74 \quad (\text{kN/m}) \\
 Pt &= Pt1 + Pt2 + Pt3 &= & 706.10 \quad (\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

### B) MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

#### B1) Muro (Mm)

$$\begin{aligned}
 Mm1 &= Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2) &= & 0.00 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm2 &= Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3) &= & 258.97 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm3 &= Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 \cdot B4) &= & 338.68 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm4 &= Pm4 \cdot (B/2) &= & 1054.69 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mm &= Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 &= & 1652.34 \quad (\text{kNm/m})
 \end{aligned}$$

#### B2) Terrapieno a tergo del muro

$$\begin{aligned}
 Mt1 &= Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5) &= & 3599.32 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt2 &= Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5)) &= & 0.00 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt3 &= Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) &= & 294.68 \quad (\text{kNm/m}) \\
 Mt &= Mt1 + Mt2 + Mt3 &= & 3894.01 \quad (\text{kNm/m})
 \end{aligned}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 126 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CONDIZIONE SISMICA +

#### C) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Incremento di spinta in condizione sismica +

$$Sst1 = a_g \cdot g \cdot S^* \cdot \gamma^* \cdot (H2+H3+H4)^2 = 652.88 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq1 = q_s \cdot (H2+H3+H4) \cdot k_{as}^+ = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

componente orizzontale condizione sismica +

$$Sst1h = Sst1 \cdot \cos \delta = 622.67 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq1h = Ssq1 \cdot \cos \delta = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

componente verticale condizione sismica +

$$Sst1v = Sst1 \cdot \sin \delta = 196.33 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq1v = Ssq1 \cdot \sin \delta = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

#### D) MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione sismica +

$$MSst1 = MSst1 + Sst1h \cdot (H2+H3+H4)/2 = 4785.33 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSst2 = Sst1v \cdot B = 1472.44 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSsq1 = Ssq1h \cdot (H2+H3+H4)/2 = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSsq2 = Ssq1v \cdot B = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

- Momento dovuto alla spinta a riposo+Incremento sismico

#### INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

Inerzia del muro (Ps)

$$Ps = P_m \cdot kh = 141.11 \quad (\text{kN/m})$$

Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

$$Ptsh = P_t \cdot kh = 211.89 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ptsh = P_t \cdot kv = 105.94 \quad (\text{kN/m})$$

Incremento di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs)

$$MPs1 = kh \cdot P_m \cdot 1 \cdot (H2+H3/3) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs2 = kh \cdot P_m \cdot 2 \cdot (H2 + H3/2) = 159.84 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs3 = kh \cdot P_m \cdot 3 \cdot (H2+H3/3) = 133.91 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs4 = kh \cdot P_m \cdot 4 \cdot (H2/2) = 63.30 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs = MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 = 357.05 \quad (\text{kNm/m})$$

Incremento di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts)

$$MPts1 = kh \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5) = 581.11 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts2 = kh \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts3 = kh \cdot Pt3 \cdot ((H2+H3^2/2/3) - (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4) \cdot 0.5) = 125.24 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts = MPts1 + MPts2 + MPts3 = 706.35 \quad (\text{kNm/m})$$

#### FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mfext)

$$Mfext1 = m_s = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext2 = f_s \cdot (H3 + H2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext3 = v_s \cdot (B1 + B2 + B3/2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

#### AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + Pt + v_s + Stv + Sst1v + Ssq1v + Ptsh = 1618.09 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sth + Sst1h + Ssq1h + f_s + Ps + Ptsh = 1418.07 \quad (\text{kN/m})$$

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = M_m + M_t + MSst2 + MSsq2 + Mfext3 = 7018.79 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst1 + MSsq1 + Mfext1 + Mfext2 + MPs + Mpts = 5848.73 \quad (\text{kNm/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = Ms - Mr = 1170.06 \quad (\text{kNm/m})$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 127 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CONDIZIONE SISMICA -

#### C) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Incremento di spinta in condizione sismica +

$$Sst2 = a_g \cdot g \cdot S^* \cdot \gamma^* \cdot (H2 + H3 + H4)^2 = 652.88 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq2 = q_s \cdot (H2 + H3 + H4) \cdot k_{as} = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

componente orizzontale condizione sismica -

$$Sst2h = Sst2 \cdot \cos \delta = 622.67 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq2h = Ssq2 \cdot \cos \delta = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

componente verticale condizione sismica -

$$Sst2v = Sst2 \cdot \sin \delta = 196.33 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ssq2v = Ssq2 \cdot \sin \delta = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

#### D) MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione sismica -

$$MSst1 = MS1 + Sst2h \cdot (H2 + H3 + H4) / 2 = 4785.33 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSst2 = Sst2v \cdot B = 1472.44 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSsq1 = Ssq2h \cdot (H2 + H3 + H4) / 2 = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSsq2 = Ssq2v \cdot B = 0.00 \quad (\text{kN/m})$$

#### INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

Inerzia del muro (Ps)

$$P_s = P_m \cdot k_h = 141.11 \quad (\text{kN/m})$$

Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

$$Ptsh = P_t \cdot k_h = 211.89 \quad (\text{kN/m})$$

$$Ptsh = P_t \cdot k_v = -105.94 \quad (\text{kN/m})$$

Incremento di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs)

$$MPs1 = k_h \cdot P_m \cdot 1 \cdot (H2 + H3) / 3 = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs2 = k_h \cdot P_m \cdot 2 \cdot (H2 + H3) / 2 = 159.84 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs3 = k_h \cdot P_m \cdot 3 \cdot (H2 + H3) / 3 = 133.91 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs4 = k_h \cdot P_m \cdot 4 \cdot (H2) / 2 = 63.30 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPs = MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 = 357.05 \quad (\text{kNm/m})$$

Incremento di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts)

$$MPts1 = k_h \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3) / 2 + (B - B5/2) \cdot 0.5) = 1661.19 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts2 = k_h \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4) / 3 + (B - B5/3) \cdot 0.5) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts3 = k_h \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3) / 2 + (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5) = 231.48 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MPts = MPts1 + MPts2 + MPts3 = 1892.67 \quad (\text{kNm/m})$$

#### FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mfext)

$$Mfext1 = m_s = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext2 = f_s \cdot (H3 + H2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext3 = v_s \cdot (B1 + B2 + B3) / 2 = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

#### AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_s + Stv + Sst1v + Ssq1v + Ptsh = 1406.20 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sth + Sst1h + Ssq1h + f_s + P_s + Ptsh = 1418.07 \quad (\text{kN/m})$$

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + MSst2 + MSsq2 + Mfext3 = 7018.79 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = MSst1 + MSsq1 + Mfext1 + Mfext2 + MPs + Mpts = 7035.05 \quad (\text{kNm/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = M_s - M_r = -16.26 \quad (\text{kNm/m})$$





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 129 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### Calcestruzzo

Rck = 40 (MPa)

$\gamma_c$  = 1.5

fcd = 0.83 \* 0.85 Rck / 1.5 = 18.81 (MPa)

##### Copriferro

c = 6.70 (cm)

##### Acciaio

tipo di acciaio B450C

f<sub>yk</sub> = 450 (MPa)

$\gamma_E$  = 1.00

$\gamma_S$  = 1.15

f<sub>yd</sub> = f<sub>yk</sub> /  $\gamma_S$  /  $\gamma_E$  = 391.30 (MPa)

E<sub>s</sub> = 210000 (MPa)

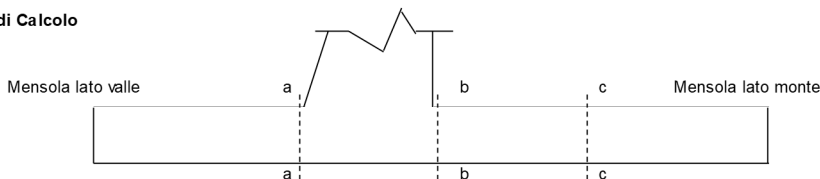
$\epsilon_{ys}$  = 0.19%

$\epsilon_{uk}$  = 3.000%

$\epsilon_{ud}$  = 2.700%

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Sezioni di Calcolo



##### Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$\sum$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

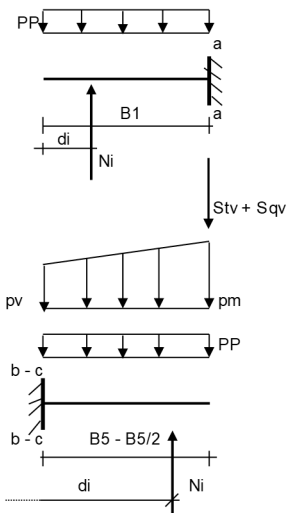
##### Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

$\sum$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	37.50	(kN/m)
	p <sub>m</sub>	=	178.60	(kN/m <sup>2</sup> )
	p <sub>vb</sub>	=	178.60	(kN/m <sup>2</sup> )
	p <sub>vc</sub>	=	178.60	(kN/m <sup>2</sup> )

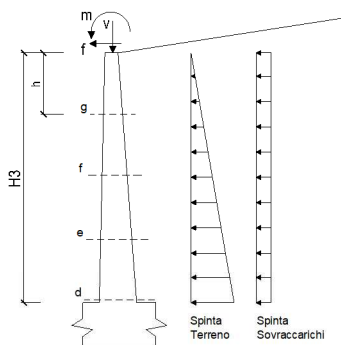


caso	Ma	Mb	Mc	Ta	Tb
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN]	[kN]
sisma+	2119.73	-2777.47	-726.33	1781.00	-1347.25
sisma-	2138.08	-2766.04	-626.64	1792.49	-1312.83

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 130 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**

**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**



Dati Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g$	=	0.220	(-)	S	=	1.364
	<b>Coefficiente di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)</b>		$\beta_m$	=	1.00	(-)	Coefficiente Categoria di Suolo	
	il muro ammette spostamenti? (si/no)		<input type="radio"/> si	<input checked="" type="radio"/> no		$r = 1$		
	coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	=	0.3001	(-)			
	coefficiente sismico verticale	$k_v$	=	0.1500	(-)			
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta a Riposo sulla parete	$k_a$	=	0.426	(-)	0.426		
	componente orizzontale	$k_{ah}$	=	0.392	(-)			
	componente verticale	$k_{av}$	=	0.168	(-)			
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as+}$	=	0.488	(-)	0.488		
	componente orizzontale	$k_{ash+}$	=	0.448	(-)			
	componente verticale	$k_{asv+}$	=	0.192	(-)			
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as-}$	=	0.597	(-)	0.597			
componente orizzontale	$k_{ash-}$	=	0.548	(-)				
componente verticale	$k_{asv-}$	=	0.235	(-)				

$M_t = \frac{1}{2} K_0 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$

o  $\frac{1}{2} K_0 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3 + a_g/g \cdot S \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/2$  (con sisma)

$M_q = \frac{1}{2} K_0 \cdot q \cdot h^2$

$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$

$M_{inerzia} = \sum P_m \cdot b_i \cdot k_h$  (solo con sisma)

$N_t = \frac{1}{2} K_{a,vert.} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$

$N_q = K_{a,vert.} \cdot q \cdot h$

$N_{ext} = v$

$N_{pp+inerzia} = \sum P_m \cdot (1 \pm k_v)$

**condizione sismica +**

sezione	h [m]	Tt [kN/m]	Tq [kN/m]	T <sub>ext</sub> [kN/m]	T <sub>inerzia</sub> [kN/m]	T <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	8.93	818.65	0.00	0.00	56.71	875.36
e-e	6.70	460.49	0.00	0.00	36.92	497.41
f-f	4.47	204.66	0.00	0.00	20.88	225.54
g-g	2.23	140.90	0.00	0.00	8.57	149.47

**condizione sismica +**

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	Nt [kN/m]	Nq [kN/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	8.93	3149.15	0.00	0.00	208.69	3357.84	176.21	0.00	0.00	217.34	393.54
e-e	6.70	1328.55	0.00	0.00	104.87	1433.42	99.12	0.00	0.00	141.51	240.62
f-f	4.47	393.64	0.00	0.00	41.04	434.69	44.05	0.00	0.00	80.01	124.06
g-g	2.23	49.21	0.00	0.00	8.87	58.07	11.01	0.00	0.00	32.84	43.85

**condizione sismica -**

sezione	h [m]	Mt [kNm/m]	Mq [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>inerzia</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	Nt [kN/m]	Nq [kN/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp+inerzia</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	8.93	3149.15	0.00	0.00	208.69	3357.84	159.42	0.00	0.00	160.63	320.05
e-e	6.70	1328.55	0.00	0.00	104.87	1433.42	89.67	0.00	0.00	104.58	194.26
f-f	4.47	393.64	0.00	0.00	41.04	434.69	39.86	0.00	0.00	59.13	98.99
g-g	2.23	49.21	0.00	0.00	8.87	58.07	9.96	0.00	0.00	24.27	34.23

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

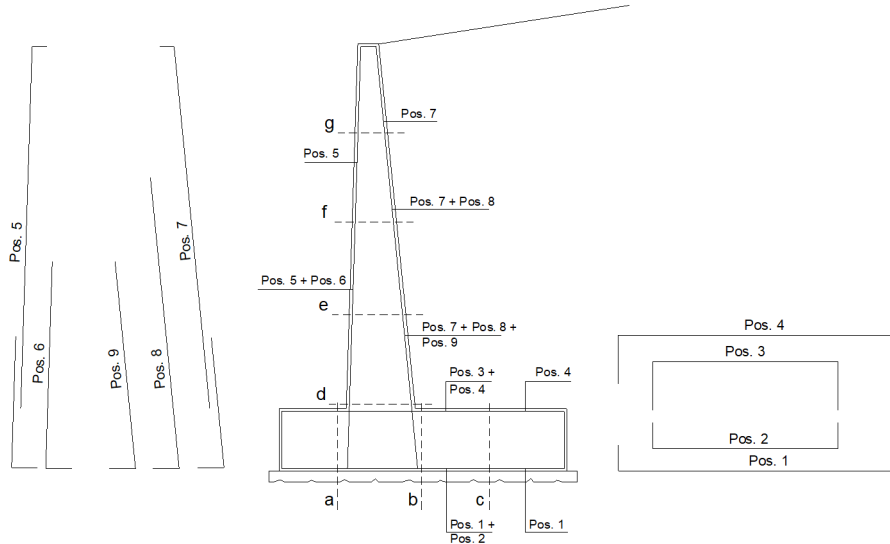
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 131 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

### SCHEMA DELLE ARMATURE

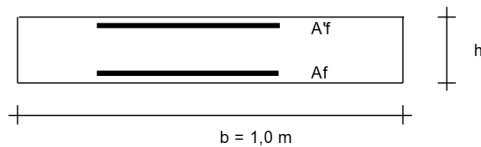


### ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	10.0	26	5	5.0	16
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	26
4	10.0	26	8	5.0	26
			9	5.0	26

Calcola

### VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-7-11-10-8
e-e	pos 5-7-11-10-8
f-f	pos 5-10-8
g-g	pos 5-8

Sez.	Msd	Nsd	Tsd	h	Af	A'f	MRd	NRd	TRd
(-)	(kNm)	(kN)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(kNm)	(kN)	(m)
a - a	2138.08	0.00	1792.49	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
b - b	-2777.47	0.00	1347.25	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
c - c	-726.33	0.00	-	1.50	53.09	53.09	2869.17	0.00	545.25
d - d	3357.84	393.54	875.36	1.29	79.64	10.05	3736.60	393.54	632.97
e - e	1433.42	240.62	497.41	1.07	79.64	10.05	2945.03	240.62	553.93
f - f	434.69	124.06	225.54	0.85	53.09	10.05	1540.17	124.06	417.24
g - g	58.07	43.85	149.47	0.62	26.55	10.05	553.79	43.85	286.34

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	132 di 267

### coefficienti parziali

	SLU	caso	azioni		proprietà del terreno
			permanenti	temporanee variabili	tan φ'
	○	caso A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00
	○	caso A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00
	○	sismica	1.00	1.00	1.25
def.	●	<b>SLE</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

### Dati Geotecnici (usati per verifiche di stabilità e SLU)

Dati Terrapieno						
Angolo di attrito del terrapieno	φ'	=	35.00	(°)		
Peso Unità di Volume del terrapieno	γ'	=	20.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	ε	=	0.00	(°)		
Angolo di attrito terreno-paramento	δ <sub>muro</sub>	=	17.50	(°)		
Angolo di attrito terreno-superficie ideale	δ <sub>sup id</sub>	=	17.50	(°)		
Coeff. Spinta	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	ka	=	0.426	(-)	0.426
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas+	=	0.43	(-)	0.434
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	kas-	=	0.54	(-)	0.536

### Carichi Agenti (usati per verifiche di stabilità e allo SLU)

Condizioni Statiche					
Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	=	20.00	(kN/m <sup>2</sup> )	
Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f	=	0.00	(kN/m)	
Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	=	0.00	(kN/m)	
Momento in Testa in condizioni statiche	m	=	0.00	(kNm/m)	
Condizioni Sismiche					
Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	=	0.00	(kN/m <sup>2</sup> )	
Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	=	0.00	(kN/m)	
Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	=	0.00	(kN/m)	
Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	=	0.00	(kNm/m)	

## VERIFICA A FESSURAZIONE - CALCOLO SOLLECITAZIONI

### A) FORZE VERTICALI

#### A1) Peso del Muro (Pm)

Pm1 = (B2*H3*γ <sub>cls</sub> )/2	=	0.00	(kN/m)
Pm2 = (B3*H3*γ <sub>cls</sub> )	=	89.30	(kN/m)
Pm3 = (B4*H3*γ <sub>cls</sub> )/2	=	99.68	(kN/m)
Pm4 = (B*H2*γ <sub>cls</sub> )	=	281.25	(kN/m)
Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4	=	470.23	(kN/m)

#### A2) Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 = (B5*H3*γ)	=	626.35	(kN/m)
Pt2 = (0,5*(B4+B5)*H4*γ)	=	0.00	(kN/m)
Pt3 = (B4*H3*γ)/2	=	79.74	(kN/m)
Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3	=	706.10	(kN/m)

### B) MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

#### B1) Muro (Mm)

Mm1 = Pm1*(B1+2/3 B2)	=	0.00	(kNm/m)
Mm2 = Pm2*(B1+B2+0,5*B3)	=	258.97	(kNm/m)
Mm3 = Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	=	338.68	(kNm/m)
Mm4 = Pm4*(B/2)	=	1054.69	(kNm/m)
Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4	=	1652.34	(kNm/m)

#### B2) Terrapieno a tergo del muro

Mt1 = Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)	=	3599.32	(kNm/m)
Mt2 = Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	=	0.00	(kNm/m)
Mt3 = Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	=	294.68	(kNm/m)
Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3	=	3894.01	(kNm/m)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 133 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### CONDIZIONE STATICA

#### C) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4)^2 \cdot k_0 = 463.88 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sq = q \cdot (H2 + H3 + H4) \cdot k_a = 88.95 \quad (\text{kN/m})$$

componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta = 442.41 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqh = Sq \cdot \cos \delta = 84.83 \quad (\text{kN/m})$$

componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta = 139.49 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqv = Sq \cdot \sin \delta = 26.75 \quad (\text{kN/m})$$

#### D) MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione statica

$$MSt1 = Sth \cdot (H2 + H3 + H4) / 3 = 1538.13 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSt2 = Stv \cdot B = 1046.20 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSq1 = Sqh \cdot (H2 + H3 + H4) / 2 = 442.41 \quad (\text{kN/m})$$

$$MSq2 = Sqv \cdot B = 200.61 \quad (\text{kN/m})$$

#### FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mfext)

$$Mfext1 = m = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext2 = f \cdot (H3 + H2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3/2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

#### AZIONI TOTALI SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv = 1342.57 \quad (\text{kN/m})$$

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + MSt2 + MSq2 + Mfext3 = 6793.15 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt1 + MSq1 + Mfext1 + Mfext2 = 1980.54 \quad (\text{kNm/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = Ms - Mr = 4812.61 \quad (\text{kNm/m})$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 134 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SUI PALI

Sollecitazioni rispetto al baricentro della palificata

caso	Np	Mp
	[kN]	[kNm]
statico	1342.57	222.02

Sollecitazioni sui pali

caso	N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3
	[kN]	[kN]	[kN]
statico	3242.79	2798.76	

### CALCOLI STATICI - Verifica a fessurazione

DATI DI PROGETTO:

#### Caratteristiche dei Materiali

##### Calcestruzzo

Rck =  (Mpa)

$f_{ctm} = 0.30 \cdot (0.83 \cdot Rck)^{2/3} :$  3.10 (Mpa)

##### Acciaio

tipo di acciaio

$f_{yk} =$  450 (Mpa)

$E_s =$   (Mpa)

coefficiente omogeneizzazione acciaio  $n =$

##### Copriferro

$c =$   (cm) (distanza asse armatura-bordo)

##### Copriferro minimo di normativa

$c_{min} =$   (cm) (ricoprimento armatura)

##### Valore limite di apertura delle fessure

$w_1 =$   mm

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

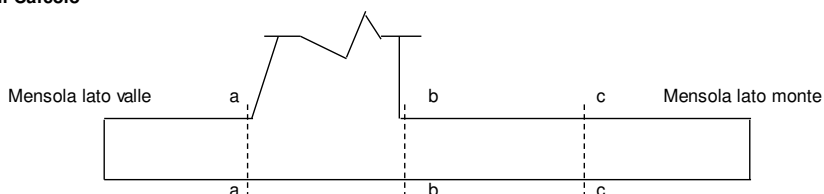
Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 135 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Sezioni di Calcolo



##### Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

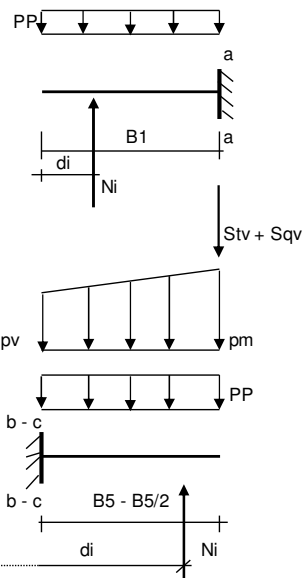
##### Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + S_{q_v}) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + S_{q_v}) \cdot B_5 / 2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	37.50	(kN/m)
	p <sub>m</sub>	=	232.18	(kN/m <sup>2</sup> )
	p <sub>vb</sub>	=	232.18	(kN/m <sup>2</sup> )
	p <sub>vc</sub>	=	232.18	(kN/m <sup>2</sup> )



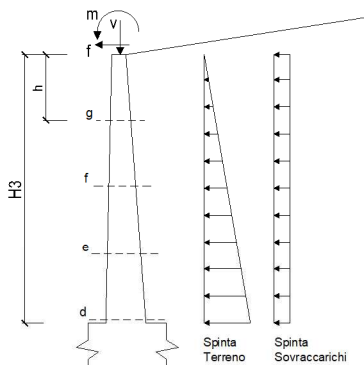
caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico	728.06	-993.16	-548.44



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 136 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**

**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**



Dati Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g = 0.220$	(-)	S = 1.364
	<b>Coefficiente di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)</b>	$\beta m = 1.00$	(-)	Coefficiente Categoria di Suolo
	il muro ammette spostamenti? (si/no)	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no	$r = 1$	
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0.3001$	(-)	
	coefficiente sismico verticale	$k_v = 0.1500$	(-)	
	Coeff. di Spinta a Riposo sulla parete	$k_o = 0.426$	(-)	0.426
	componente orizzontale	$k_{ah} = 0.392$	(-)	
	componente verticale	$k_{av} = 0.168$	(-)	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as+} = 0.488$	(-)	0.488
	componente orizzontale	$k_{ash+} = 0.448$	(-)	
	componente verticale	$k_{asv+} = 0.192$	(-)	
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as-} = 0.597$	(-)	0.597	
componente orizzontale	$k_{ash-} = 0.548$	(-)		
componente verticale	$k_{asv-} = 0.235$	(-)		

$$M_t = \frac{1}{2} K_o \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \frac{h}{3} \quad \text{o} \quad \frac{1}{2} K_o \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \frac{h}{3} + a_g/g \cdot S \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \frac{h}{2} \quad (\text{con sisma})$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_o \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_t = \frac{1}{2} K_{a,vert.} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$$

$$N_q = K_{a,vert.} \cdot q \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp-inerzia} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm k_v)$$

**condizione statica**

sezione	h [m]	M <sub>t</sub> [kNm/m]	M <sub>q</sub> [kNm/m]	M <sub>ext</sub> [kNm/m]	M <sub>tot</sub> [kNm/m]	N <sub>t</sub> [kN/m]	N <sub>q</sub> [kN/m]	N <sub>ext</sub> [kN/m]	N <sub>pp</sub> [kN/m]	N <sub>tot</sub> [kN/m]
d-d	8.93	930.29	312.53	0.00	1242.82	134.02	30.02	0.00	188.98	353.01
e-e	6.70	392.47	175.80	0.00	568.26	75.39	22.51	0.00	123.05	220.94
f-f	4.47	116.29	78.13	0.00	194.42	33.50	15.01	0.00	69.57	118.08
g-g	2.23	14.54	19.53	0.00	34.07	8.38	7.50	0.00	28.56	44.44

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

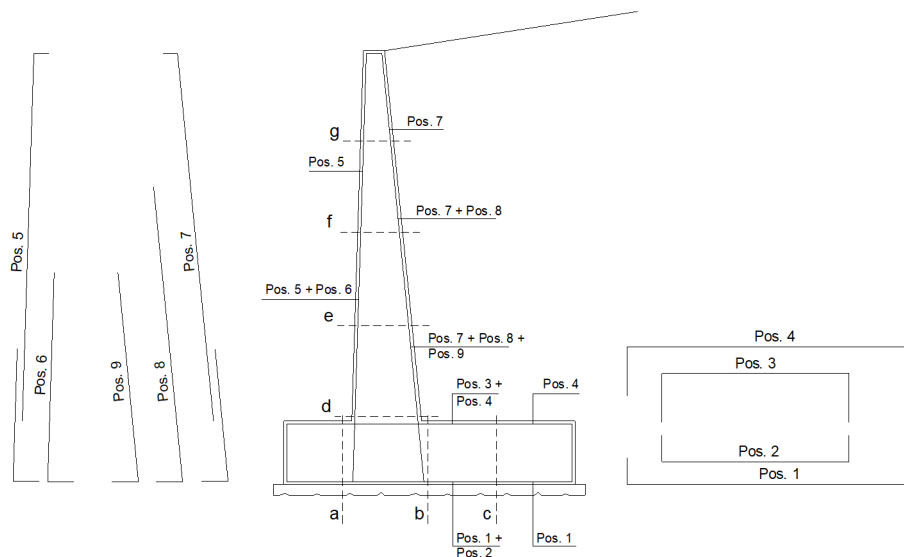
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 137 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### SCHEMA DELLE ARMATURE

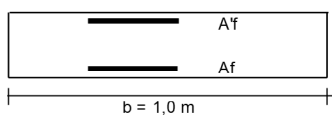


### ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	10.0	26	5	5.0	16
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	26
4	10.0	26	8	5.0	26
			9	5.0	26

Calcola

### VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4	d-d	pos 5-7-11-10-8
b-b	pos 1-2-3-4	e-e	pos 5-7-11-10-8
c-c	pos 1-4	f-f	pos 5-10-8
		g-g	pos 5-8

### Condizione Statica

Sez.	M (kNm)	N (kN)	h (m)	Af (cm <sup>2</sup> )	A'f (cm <sup>2</sup> )	σc (N/mm <sup>2</sup> )	σf (N/mm <sup>2</sup> )
a - a	728.06	0.00	1.50	53.09	53.09	2.26	103.23
b - b	-993.16	0.00	1.50	53.09	53.09	3.09	140.82
c - c	-548.44	0.00	1.50	53.09	53.09	0.39	77.26
d - d	1242.82	353.01	1.29	79.64	10.05	5.35	125.34
e - e	568.26	220.94	1.07	79.64	10.05	3.44	69.77
f - f	194.42	118.08	0.85	53.09	10.05	2.03	43.70
g - g	34.07	44.44	0.62	26.55	10.05	0.78	18.22

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	138 di 267

### DATI DI PROGETTO: COMBINAZIONE FREQUENTE

#### Geometria del Muro

Elevazione	H3	=	8.93	(m)
Aggetto Valle	B2	=	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3	=	0.40	(m)
Aggetto monte	B4	=	0.89	(m)

#### Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B	=	7.50	(m)
Spessore Fondazione	H2	=	1.50	(m)
Suola Lato Valle	B1	=	2.70	(m)
Suola Lato Monte	B5	=	3.51	(m)

#### Dati Geotecnici (usati per verifiche allo SLD)

Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	$\phi'$	=	35.00	(°)	S = 1.364
	Peso Unità di Volume del terrapieno	$\gamma'$	=	20.00	(kN/m <sup>3</sup> )	
	Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	$\epsilon$	=	0.00	(°)	
	Angolo di attrito terreno-paramento	$\delta_{muro}$	=	17.50	(°)	
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	$\delta_{sup\ id}$	=	17.50	(°)	
Dati Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g$	=	0.220	(-)	Coefficiente Categoria di Suolo
	<b>Coefficiente di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)</b>	$\beta_m$	=	1.00	(-)	
	il muro è libero di ruotare al piede? (si/no)			no		
	il muro ammette spostamenti? (si/no)			no	$r = 1$	
	coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	=	0.3001	(-)	
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico verticale	$k_v$	=	0.1500	(-)	Valori di Normativa
	Coeff. di Spinta Attiva sulla superficie ideale	$k_o$	=	0.426	(-)	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	$k_{as^+}$	=	0.434	(-)	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla superficie ideale	$k_{as^-}$	=	0.536	(-)	

#### Carichi Agenti (usati per verifiche a fessurazione)

Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	$q_{less} = 0.75 \cdot q$	=	15.00	(kN/m <sup>2</sup> )
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	$f$	=	0.00	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	$v$	=	0.00	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni statiche	$m$	=	0.00	(kNm/m)
	Peso Unità di Volume del Calcestruzzo	$\gamma_{cls}$	=	25.00	(kN/m <sup>3</sup> )

### VERIFICA A FESSURAZIONE - CALCOLO SOLLECITAZIONI

#### A) FORZE VERTICALI

##### A1) Peso del Muro (Pm)

$Pm1 = (B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	=	0.00	(kN/m)
$Pm2 = (B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	=	89.30	(kN/m)
$Pm3 = (B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	=	99.68	(kN/m)
$Pm4 = (B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	=	281.25	(kN/m)
$Pm = Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	=	470.23	(kN/m)

##### A2) Peso del terreno sulla scarpa di monte del muro (Pt)

$Pt1 = (B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	=	626.35	(kN/m)
$Pt2 = (0.5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	=	0.00	(kN/m)
$Pt3 = (B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2$	=	79.74	(kN/m)
$Pt = Pt1 + Pt2 + Pt3$	=	706.10	(kN/m)

#### B) MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

##### B1) Muro (Mm)

$Mm1 = Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	=	0.00	(kNm/m)
$Mm2 = Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0.5 \cdot B3)$	=	258.97	(kNm/m)
$Mm3 = Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 \cdot B4)$	=	338.68	(kNm/m)
$Mm4 = Pm4 \cdot (B/2)$	=	1054.69	(kNm/m)
$Mm = Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	=	1652.34	(kNm/m)

##### B2) Terrapieno a tergo del muro

$Mt1 = Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0.5 \cdot B5)$	=	3599.32	(kNm/m)
$Mt2 = Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	=	0.00	(kNm/m)
$Mt3 = Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	=	294.68	(kNm/m)
$Mt = Mt1 + Mt2 + Mt3$	=	3894.01	(kNm/m)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 139 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CONDIZIONE STATICA

#### C) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4)^2 \cdot k_0 = 463.88 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sq = q \cdot (H2 + H3 + H4) \cdot k_a = 66.71 \quad (\text{kN/m})$$

componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta = 442.41 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqh = Sq \cdot \cos \delta = 63.63 \quad (\text{kN/m})$$

componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta = 139.49 \quad (\text{kN/m})$$

$$Sqv = Sq \cdot \sin \delta = 20.06 \quad (\text{kN/m})$$

#### D) MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

condizione statica

$$MSt1 = Sth \cdot (H2 + H3 + H4) / 3 = 1538.13 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MSt2 = Stv \cdot B = 1046.20 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MSq1 = Sqh \cdot (H2 + H3 + H4) / 2 = 331.81 \quad (\text{kNm/m})$$

$$MSq2 = Sqv \cdot B = 150.46 \quad (\text{kNm/m})$$

#### FORZE ESTERNE

Momento dovuto alle Forze Esterne (Mfext)

$$Mfext1 = m = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext2 = f \cdot (H3 + H2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Mfext3 = v \cdot (B1 + B2 + B3 / 2) = 0.00 \quad (\text{kNm/m})$$

#### AZIONI TOTALI SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv = 1335.88 \quad (\text{kN/m})$$

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + MSt2 + MSq2 + Mfext3 = 6743.00 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSt1 + MSq1 + Mfext1 + Mfext2 = 1869.94 \quad (\text{kNm/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = Ms - Mr = 4873.06 \quad (\text{kNm/m})$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 140 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SUI PALI

*Sollecitazioni rispetto al baricentro della palificata*

caso	Np	Mp	Tp
	[kN]	[kNm]	[kN/m]
statico	1335.88	136.49	665.59

*Sollecitazioni sui pali*

caso	N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	M pali
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
statico	3142.22	2869.24		1497.59	3374.61

### CALCOLI STATICI - Verifica a fessurazione

**DATI DI PROGETTO:**

#### Caratteristiche dei Materiali

##### Calcestruzzo

Rck =  (Mpa)

fctm =  $0.30 \cdot (0.83 \cdot Rck)^{2/3}$  : 3.10 (Mpa)

##### Acciaio

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

Es =  (Mpa)

coefficiente omogeneizzazione acciaio n =

##### Copriferro

c =  (cm) (distanza asse armatura-bordo)

##### Copriferro minimo di normativa

c<sub>min</sub> =  (cm) (ricoprimento armatura)

##### Valore limite di apertura delle fessure

=  mm

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

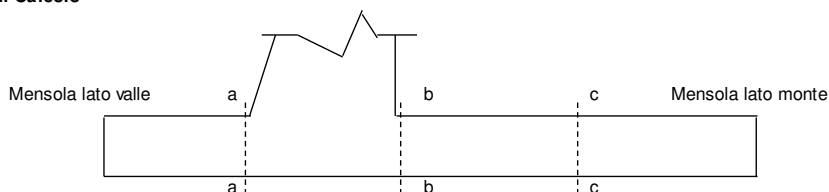
Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 141 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

#### Sezioni di Calcolo



#### Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B1^2 / 2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

#### Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B5/2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B5/2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B5/2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B5/2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B5/2$$

$\Sigma$  estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

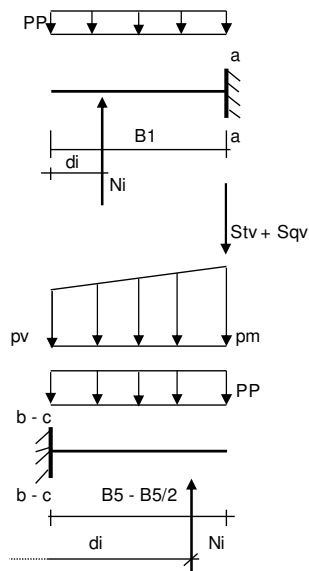
Peso Proprio    PP    =    37.50    (kN/m)

                         pm    =    232.18    (kN/m<sup>2</sup>)

                         p<sub>vb</sub>    =    232.18    (kN/m<sup>2</sup>)

                         p<sub>vc</sub>    =    232.18    (kN/m<sup>2</sup>)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico	701.24	-938.28	-532.74



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

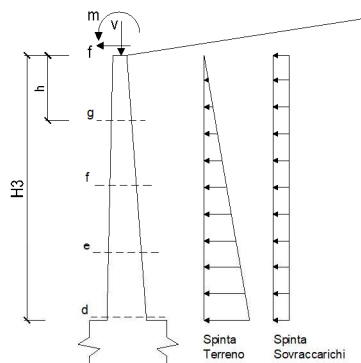
Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 142 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

##### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Dati Sismici	Accelerazione sismica	$a_g/g$	=	0.220	(-)	S = 1.364	
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione (1 per muri che non ammettono spostamento al piede)	$\beta m$	=	1.00	(-)		Coefficiente Categoria di Suolo
	il muro ammette spostamenti? (si/no)	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no	$r =$	1			
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	=	0.3001	(-)	0.426	
	coefficiente sismico verticale	$k_v$	=	0.1500	(-)		
	Coeff. di Spinta a Riposo sulla parete	$k_o$	=	0.426	(-)	0.488	
	componente orizzontale	$k_{ah}$	=	0.392	(-)		
	componente verticale	$k_{av}$	=	0.168	(-)		
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as+}$	=	0.488	(-)	0.597	
	componente orizzontale	$k_{ash+}$	=	0.448	(-)		
	componente verticale	$k_{asv+}$	=	0.192	(-)		
Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	$k_{as-}$	=	0.597	(-)	0.235		
componente orizzontale	$k_{ash-}$	=	0.548	(-)			
componente verticale	$k_{asv-}$	=	0.235	(-)			

$$M_t = \frac{1}{2} K_o \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3 \quad \text{o} \quad \frac{1}{2} K_o \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3 + a_g/g \cdot S \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/2 \quad (\text{con sisma})$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_o \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot k_h \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_t = \frac{1}{2} K_{a,vert.} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot h^2$$

$$N_q = K_{a,vert.} \cdot q \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm k_v)$$

#### condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M <sub>ext</sub>	M <sub>tot</sub>	Nt	Nq	N <sub>ext</sub>	N <sub>pp</sub>	N <sub>tot</sub>
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	8.93	930.29	234.40	0.00	1164.69	134.02	22.51	0.00	188.98	345.51
e-e	6.70	392.47	131.85	0.00	524.31	75.39	16.88	0.00	123.05	215.31
f-f	4.47	116.29	58.60	0.00	174.89	33.50	11.26	0.00	69.57	114.33
g-g	2.23	14.54	14.65	0.00	29.19	8.38	5.63	0.00	28.56	42.56

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

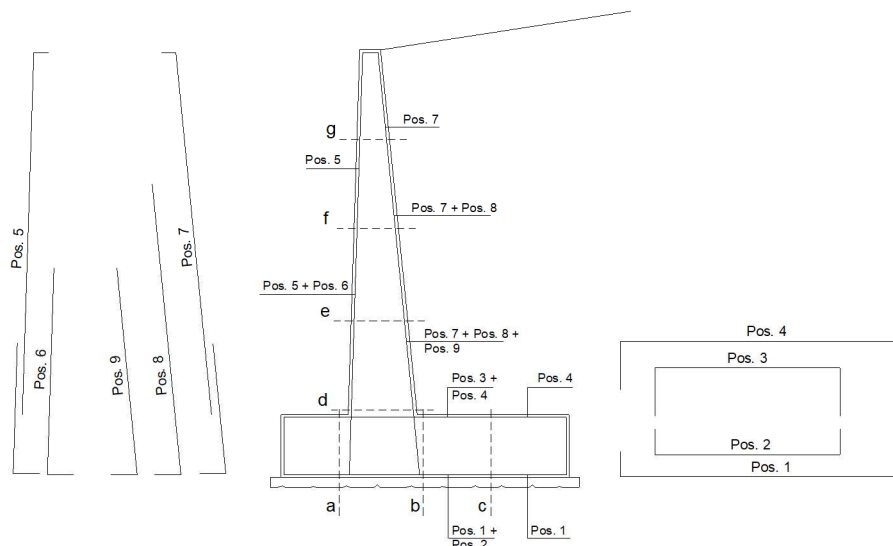
OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 143 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### SCHEMA DELLE ARMATURE

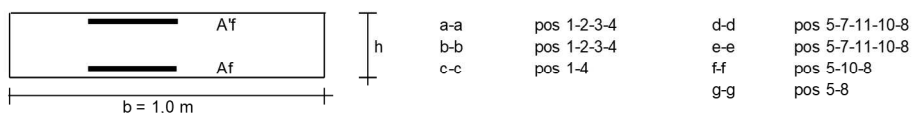


### ARMATURE

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	10.0	26	5	5.0	16
2	0.0	0	6	0.0	0
3	0.0	0	7	5.0	26
4	10.0	26	8	5.0	26
			9	5.0	26

Calcola

### VERIFICHE



### Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	Af'	σc	σf	wk	w <sub>amm</sub>
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)
a - a	701.24	0.00	1.50	53.09	53.09	2.18	99.42	0.091	0.200
b - b	-938.28	0.00	1.50	53.09	53.09	2.92	133.03	0.122	0.200
c - c	-532.74	0.00	1.50	53.09	53.09	0.38	75.05	0.069	0.200
d - d	1164.69	345.51	1.29	79.64	10.05	5.03	116.73	0.092	0.200
e - e	524.31	215.31	1.07	79.64	10.05	3.18	63.81	0.050	0.200
f - f	174.89	114.33	0.85	53.09	10.05	1.84	38.70	0.033	0.200
g - g	29.19	42.56	0.62	26.55	10.05	0.67	14.90	0.015	0.200





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

### **2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

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

**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

**OPERE D'ARTE MINORI:**

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 144 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

# **ALLEGATO 2**

## **TABULATI DI CALCOLO PARATIA PLUS**



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 145 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021    12:09:32
-----

```

```

*****
*
* 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 ITEMAX 40 >
ACCEPTED <CONTROL HINGES 0 0.0001 0.001 >

```

```

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

```

PRELIMINARY OPERATIONS CPU TIME 0.00 [sec]



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 146 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

INPUT FILE HAS BEEN GENERATED BY WALGEN PROGRAM

New Project

NO. OF NODAL POINTS (NUMNP) ..... 93  
NO. OF COORDINATES (NCOORD) ..... 2  
NO. OF NODE DOFS (NDOF) ..... 2  
NO. OF EQUATIONS (NEQ) ..... 186  
NO. OF CONSTRAINTS CARDS (NVINC) ..... 0  
NO. OF ELEMENT GROUPS (NEG) ..... 4  
NO. OF SOLUTION STEPS (NSTE) ..... 5  
NO. OF ELEMENT SETS ATTACHED TO SLAVE NODES ... 0  
NO. OF RECORD FROM WALGEN ..... 105  
NO. OF LONG NAMES (LASTNAME) ..... 21  
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**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 147 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

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 105

```

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 -18 0 1
7 : SOIL 0_L LeftWall_29 -18 0 1 0
8 : SOIL 0_R LeftWall_29 -18 0 2 180
9 : LDATA Rilevato_2107232_156_L_0 5 LeftWall_29
10 : ATREST 0.426 0.5 1
11 : WEIGHT 19 10 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_2369142_L_0 -7 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 S355_l11 2.1E+08
28 : MATERIAL C3240_103 3.3346E+07
29 : MATERIAL Fe360_105 2.06E+08
30 : MATERIAL C2530_101 3.1476E+07
31 : BEAM Pali_30 LeftWall_29 -18 -5.83 C3240_103 1.1833 0.98175 0.13806 24.544 00 00 0
32 : BEAM parete_2486921 LeftWall_29 -5.84 0 C2530_101 0.62 0.62 0.019861 15.5 00 00 0
33 : STRIP LeftWall_29 3 3 0.8 10.5 0 20 45
34 : STEP Stage1_2378145
35 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-FRICT=29.256 LeftWall_29
36 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-FRICT=29.256 LeftWall_29
37 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KA=0.3 LeftWall_29
38 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KP=4.102 LeftWall_29
39 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KA=0.3 LeftWall_29
40 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KP=4.102 LeftWall_29
41 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-FRICT=21.315 LeftWall_29
42 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-FRICT=21.315 LeftWall_29
43 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KA=0.868 LeftWall_29
44 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KP=2.649 LeftWall_29
45 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KA=0.654 LeftWall_29
46 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KP=2.649 LeftWall_29
47 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-COHE=0 LeftWall_29
48 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
49 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-COHE=0 LeftWall_29
50 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
51 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-COHE=4 LeftWall_29
52 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_29
53 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-COHE=4 LeftWall_29
54 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_29
55 : SETWALL LeftWall_29
56 : GEOM -7 -7
57 : SURCHARGE 0 0 0 0
58 : WATER -7.3557 0.0344 -18 0 0
59 : ADD Pali_30 parete_2486921
60 : ENDSTEP
61 : STEP Stage2_2495852
62 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KA=0.39 LeftWall_29
63 : SETWALL LeftWall_29
64 : GEOM -7 -4.42
65 : SURCHARGE 0 0 0 0
66 : WATER -7.3557 0.0344 -18 0 0
67 : ENDSTEP
68 : STEP Stage3_2491986
69 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KA=0.291 LeftWall_29
70 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KA=0.412 LeftWall_29
71 : SETWALL LeftWall_29
72 : GEOM 0 -4.42
73 : SURCHARGE 0 0 0 0
74 : WATER -7.3557 0.0344 -18 0 0
75 : ENDSTEP
76 : STEP Stage4.0_2487172
77 : SETWALL LeftWall_29
78 : GEOM 0 -4.42
79 : SURCHARGE 0 0 0 0
80 : WATER -7.3557 0.0344 -18 0 0
81 : ENDSTEP
82 : STEP Stage4_2490540
83 : SETWALL LeftWall_29
84 : GEOM 0 -4.42
85 : SURCHARGE 0 0 0 0
86 : WATER -7.3557 0.0344 -18 0 0
87 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KAED=0.38405 LeftWall_29
88 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KAEW=0.48165 LeftWall_29
89 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KPED=4.0113 LeftWall_29
90 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 U-KPEW=3.5805 LeftWall_29
91 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KAED=0.36437 LeftWall_29
92 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KAEW=0.47894 LeftWall_29
93 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KPED=3.5057 LeftWall_29

```



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	148 di 267

```
94 : CHANGE Rilevato_2107232_156_L_0 D-KPEW=3.0586 LeftWall_29
95 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KAED=0.53469 LeftWall_29
96 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KAED=0.66306 LeftWall_29
97 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KPED=2.5472 LeftWall_29
98 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 U-KPED=2.2109 LeftWall_29
99 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KAED=0.45265 LeftWall_29
100 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KAED=0.5644 LeftWall_29
101 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KPED=2.2191 LeftWall_29
102 : CHANGE Ecla_2275133_2369142_L_0 D-KPEW=1.8622 LeftWall_29
103 : EQK USER 0.1218 0.0609 -0.0609 0 0.5 0 0.5 0 0
104 : DLOAD step LeftWall_29 -18 16.358 0 16.358
105 : ENDSTEP
```





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 150 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
ParatiePlus
Exe Time :30 July 2021 12:09:32
-----

```

ELEMENT GROUP NO. 1

0\_L  
5 93 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
3 active
4 active
5 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	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
12	12	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
13	13	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
14	14	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
15	15	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
16	16	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
17	17	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
18	18	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
19	19	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
20	20	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
21	21	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
22	22	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
23	23	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
24	24	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
25	25	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
26	26	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
27	27	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
28	28	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
29	29	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
30	30	1	0.1150	0.000	0.000	0.000	1.000
31	31	1	0.2000E-01	0.000	0.000	0.000	1.000
32	32	1	0.1050	0.000	0.000	0.000	1.000
33	33	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
34	34	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
35	35	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
36	36	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
37	37	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
38	38	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
39	39	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
40	40	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
41	41	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
42	42	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
43	43	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
44	44	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
45	45	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
46	46	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
47	47	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
48	48	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
49	49	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
50	50	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
51	51	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
52	52	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
53	53	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
54	54	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
55	55	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
56	56	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
57	57	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
58	58	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
59	59	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
60	60	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
61	61	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
62	62	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	151 di 267

63	63	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
64	64	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
65	65	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
66	66	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
67	67	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
68	68	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
69	69	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
70	70	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
71	71	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
72	72	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
73	73	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
74	74	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
75	75	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
76	76	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
77	77	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
78	78	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
79	79	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
80	80	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
81	81	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
82	82	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
83	83	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
84	84	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
85	85	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
86	86	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
87	87	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
88	88	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
89	89	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
90	90	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
91	91	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	1.000
92	92	2	0.1800	0.000	0.000	0.000	1.000
93	93	2	0.8000E-01	0.000	0.000	0.000	1.000





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 152 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

ELEMENT GROUP NO. 2

0\_R  
5 93 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
3 active
4 active
5 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	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
12	12	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
13	13	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
14	14	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
15	15	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
16	16	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
17	17	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
18	18	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
19	19	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
20	20	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
21	21	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
22	22	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
23	23	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
24	24	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
25	25	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
26	26	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
27	27	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
28	28	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
29	29	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
30	30	1	0.1150	0.000	0.000	0.000	2.000
31	31	1	0.2000E-01	0.000	0.000	0.000	2.000
32	32	1	0.1050	0.000	0.000	0.000	2.000
33	33	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
34	34	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
35	35	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
36	36	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
37	37	1	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
38	38	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
39	39	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
40	40	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
41	41	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
42	42	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
43	43	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
44	44	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
45	45	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
46	46	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
47	47	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
48	48	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
49	49	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
50	50	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
51	51	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
52	52	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
53	53	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
54	54	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
55	55	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
56	56	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
57	57	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
58	58	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
59	59	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
60	60	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
61	61	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
62	62	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	153 di 267

63	63	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
64	64	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
65	65	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
66	66	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
67	67	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
68	68	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
69	69	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
70	70	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
71	71	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
72	72	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
73	73	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
74	74	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
75	75	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
76	76	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
77	77	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
78	78	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
79	79	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
80	80	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
81	81	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
82	82	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
83	83	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
84	84	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
85	85	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
86	86	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
87	87	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
88	88	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
89	89	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
90	90	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
91	91	2	0.2000	0.000	0.000	0.000	2.000
92	92	2	0.1800	0.000	0.000	0.000	2.000
93	93	2	0.8000E-01	0.000	0.000	0.000	2.000



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	154 di 267

-----  
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
-----  
ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
-----

ELEMENT GROUP NO. 3

Pali\_30  
2 62 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0

.....2D WALL ELEMENT.....  
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage status

-----  
1 active  
2 active  
3 active  
4 active  
5 active

material set no. 1

prop( 1) young modulus 0.333500E+08  
prop( 2) modification time 0.00000  
prop( 3) new young modulus 0.00000  
prop( 4) poisson ratio 0.00000  
prop( 5) future .....0.252200E-43

no. of step variable items: 1  
step inertia multiplier

-----  
1 1.000  
2 1.000  
3 1.000  
4 1.000  
5 1.000

element data

el	na	nb	mat	erc1	erc2	thick	area	inertia	wgt(-z)	by-i	by-j
1	31	32	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
2	32	33	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
3	33	34	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
4	34	35	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
5	35	36	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
6	36	37	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
7	37	38	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
8	38	39	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
9	39	40	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
10	40	41	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
11	41	42	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
12	42	43	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
13	43	44	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
14	44	45	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
15	45	46	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
16	46	47	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
17	47	48	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
18	48	49	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
19	49	50	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
20	50	51	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
21	51	52	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
22	52	53	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
23	53	54	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
24	54	55	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
25	55	56	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
26	56	57	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
27	57	58	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
28	58	59	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
29	59	60	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
30	60	61	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
31	61	62	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
32	62	63	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
33	63	64	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
34	64	65	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
35	65	66	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
36	66	67	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
37	67	68	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
38	68	69	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
39	69	70	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
40	70	71	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
41	71	72	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
42	72	73	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
43	73	74	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
44	74	75	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
45	75	76	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
46	76	77	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
47	77	78	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
48	78	79	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
49	79	80	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
50	80	81	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
51	81	82	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
52	82	83	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
53	83	84	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
54	84	85	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
55	85	86	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
56	86	87	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
57	87	88	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	155 di 267

58	88	89	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
59	89	90	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
60	90	91	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
61	91	92	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000
62	92	93	1	0.000	0.000	1.183	0.9818	0.1381	24.54	0.000	0.000



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
 Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 156 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                               ParatiePlus
                               Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----
ELEMENT GROUP NO.  4

parete_2486921
  2 31  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  1  0
.....
.....2D WALL ELEMENT.....
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage  status
-----
  1  active
  2  active
  3  active
  4  active
  5  active

material set no.  1

prop( 1) young modulus      0.314800E+08
prop( 2) modification time  0.00000
prop( 3) new young modulus   0.00000
prop( 4) poisson ratio      0.00000
prop( 5) future .....      0.00000

no. of step variable items:  1
step  inertia multiplier
-----
  1  1.000
  2  1.000
  3  1.000
  4  1.000
  5  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  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  2  2  3  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  3  3  4  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  4  4  5  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  5  5  6  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  6  6  7  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  7  7  8  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  8  8  9  1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
  9  9  10 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 10 10 11 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 11 11 12 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 12 12 13 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 13 13 14 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 14 14 15 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 15 15 16 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 16 16 17 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 17 17 18 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 18 18 19 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 19 19 20 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 20 20 21 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 21 21 22 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 22 22 23 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 23 23 24 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 24 24 25 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 25 25 26 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 26 26 27 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 27 27 28 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 28 28 29 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 29 29 30 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 30 30 31 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000
 31 31 32 1  0.000  0.000  0.6200  0.6200  0.1986E-01  15.50  0.000  0.000

```



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 157 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

NO. OF NODAL LOADS (NLOAD) ..... 0  
NO. OF LOAD CURVES (NLCUR) ..... 10  
MAXIMUM POINTS/LCURVE (NPTM) ..... 5



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 158 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

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
6.00000	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
6.00000	0.0000E+00

LOAD FUNCTION NUMBER = 3  
NUMBER OF TIME POINTS = 5

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
2.80000	0.0000E+00
3.00000	0.1000E+01
3.20000	0.0000E+00
6.00000	0.0000E+00

LOAD FUNCTION NUMBER = 4  
NUMBER OF TIME POINTS = 5

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
3.80000	0.0000E+00
4.00000	0.1000E+01
4.20000	0.0000E+00
6.00000	0.0000E+00

LOAD FUNCTION NUMBER = 5  
NUMBER OF TIME POINTS = 5

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
4.80000	0.0000E+00
5.00000	0.1000E+01
5.20000	0.0000E+00
6.00000	0.0000E+00

LOAD FUNCTION NUMBER = 6  
NUMBER OF TIME POINTS = 4

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
0.80000	0.0000E+00
1.00000	0.1000E+01
6.00000	0.1000E+01

LOAD FUNCTION NUMBER = 7  
NUMBER OF TIME POINTS = 4

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
1.80000	0.0000E+00
2.00000	0.1000E+01
6.00000	0.1000E+01

LOAD FUNCTION NUMBER = 8  
NUMBER OF TIME POINTS = 4

TIME VALUE	FUNCTION
------------	----------



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 159 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

0.00000 0.0000E+00  
 2.80000 0.0000E+00  
 3.00000 0.1000E+01  
 6.00000 0.1000E+01

LOAD FUNCTION NUMBER = 9  
 NUMBER OF TIME POINTS = 4

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
3.80000	0.0000E+00
4.00000	0.1000E+01
6.00000	0.1000E+01

LOAD FUNCTION NUMBER = 10  
 NUMBER OF TIME POINTS = 4

TIME VALUE	FUNCTION
0.00000	0.0000E+00
4.80000	0.0000E+00
5.00000	0.1000E+01
6.00000	0.1000E+01

PROCESSING DISTRIBUTED LOADS CARD NO. 1  
 AT Y-COORD 0.000 Z-COORD -18.00 PRESSURE 16.36  
 Z-COORD 0.000 PRESSURE 16.36  
 L.CURVE 5

NO. OF GENERATED NODAL FORCES	93							
NODE	Z-LVL	FORCE /	NODE	Z-LVL	FORCE /	NODE	Z-LVL	FORCE /
93	-1.1800E+02	0.1308800E+01 /	92	-1.1784E+02	0.2944800E+01 /	91	-1.1764E+02	0.3272000E+01 /
90	-1.1744E+02	0.3272000E+01 /	89	-1.1724E+02	0.3272000E+01 /	88	-1.1704E+02	0.3272082E+01 /
87	-1.1684E+02	0.3272082E+01 /	86	-1.1664E+02	0.3272000E+01 /	85	-1.1644E+02	0.3272000E+01 /
84	-1.1624E+02	0.3272000E+01 /	83	-1.1604E+02	0.3272000E+01 /	82	-1.1584E+02	0.3272000E+01 /
81	-1.1564E+02	0.3272000E+01 /	80	-1.1544E+02	0.3272000E+01 /	79	-1.1524E+02	0.3272000E+01 /
78	-1.1504E+02	0.3272000E+01 /	77	-1.1484E+02	0.3272000E+01 /	76	-1.1464E+02	0.3272000E+01 /
75	-1.1444E+02	0.3272000E+01 /	74	-1.1424E+02	0.3272000E+01 /	73	-1.1404E+02	0.3272000E+01 /
72	-1.1384E+02	0.3272000E+01 /	71	-1.1364E+02	0.3272000E+01 /	70	-1.1344E+02	0.3272000E+01 /
69	-1.1324E+02	0.3272000E+01 /	68	-1.1304E+02	0.3272000E+01 /	67	-1.1284E+02	0.3272000E+01 /
66	-1.1264E+02	0.3272000E+01 /	65	-1.1244E+02	0.3272000E+01 /	64	-1.1224E+02	0.3272000E+01 /
63	-1.1204E+02	0.3272000E+01 /	62	-1.1184E+02	0.3272000E+01 /	61	-1.1164E+02	0.3272000E+01 /
60	-1.1144E+02	0.3271918E+01 /	59	-1.1124E+02	0.3271918E+01 /	58	-1.1104E+02	0.3272000E+01 /
57	-1.1084E+02	0.3272000E+01 /	56	-1.1064E+02	0.3272000E+01 /	55	-1.1044E+02	0.3272000E+01 /
54	-1.1024E+02	0.3272000E+01 /	53	-1.1004E+02	0.3272033E+01 /	52	-1.0984E+02	0.3272025E+01 /
51	-1.0964E+02	0.3271992E+01 /	50	-1.0944E+02	0.3272000E+01 /	49	-1.0924E+02	0.3272000E+01 /
48	-1.0904E+02	0.3272000E+01 /	47	-1.0884E+02	0.3272000E+01 /	46	-1.0864E+02	0.3271992E+01 /
45	-1.0844E+02	0.3271992E+01 /	44	-1.0824E+02	0.3272000E+01 /	43	-1.0804E+02	0.3272000E+01 /
42	-1.0784E+02	0.3272000E+01 /	41	-1.0764E+02	0.3271992E+01 /	40	-1.0744E+02	0.3271992E+01 /
39	-1.0724E+02	0.3272000E+01 /	38	-1.0704E+02	0.3272000E+01 /	37	-1.0684E+02	0.3272000E+01 /
36	-1.0664E+02	0.3271992E+01 /	35	-1.0644E+02	0.3271992E+01 /	34	-1.0624E+02	0.3272000E+01 /
33	-1.0604E+02	0.3272000E+01 /	32	-1.0584E+02	0.1717800E+01 /	31	-1.0564E+02	0.3272082E+00 /
30	-1.0500E+02	0.1881408E+01 /	29	-1.0480E+02	0.3272000E+01 /	28	-1.0460E+02	0.3272000E+01 /
27	-1.0420E+02	0.3271992E+01 /	26	-1.0400E+02	0.3271992E+01 /	25	-1.0380E+02	0.3272000E+01 /
24	-1.0340E+02	0.3272000E+01 /	23	-1.0320E+02	0.3272000E+01 /	22	-1.0300E+02	0.3272000E+01 /
21	-1.0260E+02	0.3271992E+01 /	20	-1.0240E+02	0.3271992E+01 /	19	-1.0220E+02	0.3272000E+01 /
18	-1.0200E+02	0.3272000E+01 /	17	-1.0180E+02	0.3272008E+01 /	16	-1.0160E+02	0.3272008E+01 /
15	-1.0120E+02	0.3272000E+01 /	14	-1.0100E+02	0.3272000E+01 /	13	-1.0080E+02	0.3272000E+01 /
12	-1.0060E+02	0.3272000E+01 /	11	-1.0040E+02	0.3272000E+01 /	10	-1.0020E+02	0.3272000E+01 /
9	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	8	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	7	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /
6	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	5	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	4	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /
3	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	2	-1.0000E+02	0.3272000E+01 /	1	-1.0000E+02	0.1636000E+01 /

OVERALL APPLIED Y FORCE FOR CURRENT DISTRIBUTED LOAD 294.48

NO. OF DISTRIBUTED LOAD CARDS 1





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 160 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```
-----+-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
|
|                                     ParatiePlus
|                                     Exe Time :30 July 2021   12:09:32
|-----+-----
```

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

STEP 3 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. 2 Y-DISPL.F 0.0000000
STEP 3 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. 4 X-ROT. F 0.0000000

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

STEP 5 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. 2 Y-DISPL.F 294.48000
STEP 5 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. 4 X-ROT. F 0.0000000
```

LOAD INPUT SECTION COMPLETED



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 161 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

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



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	162 di 267

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 1

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

ITEM NO.	1<NAME	>= 14.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	2<NATURE	>= 1.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	3<LEVEL	>= 5.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	4<WALL	>= 1.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	5<GAMMAD	>= 19.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	6<GAMMAB	>= 10.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	7<GAMMAW	>= 10.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 29.256	WALL NO.	1
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 35.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	10<U-KA	>= 0.30000	WALL NO.	1
ITEM NO.	11<U-KP	>= 4.1020	WALL NO.	1
ITEM NO.	12<KO-NC	>= 0.42600	(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	>= 29.256	WALL NO.	1
ITEM NO.	89<D-FRICT	>= 35.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	90<D-KA	>= 0.30000	WALL NO.	1
ITEM NO.	91<D-KP	>= 4.1020	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	>= 15.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	2<NATURE	>= 1.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	3<LEVEL	>= -7.0000	(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	>= 4.0000	WALL NO.	1
ITEM NO.	8<U-COHE	>= 5.0000	WALL NO.	2
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 21.315	WALL NO.	1
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 26.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	10<U-KA	>= 0.86800	WALL NO.	1
ITEM NO.	11<U-KP	>= 2.6490	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	>= 4.0000	WALL NO.	1
ITEM NO.	88<D-COHE	>= 5.0000	WALL NO.	2
ITEM NO.	89<D-FRICT	>= 21.315	WALL NO.	1
ITEM NO.	89<D-FRICT	>= 26.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	90<D-KA	>= 0.65400	WALL NO.	1
ITEM NO.	91<D-KP	>= 2.6490	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	>= 14.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	2<NATURE	>= 1.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	3<LEVEL	>= 5.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	4<WALL	>= 1.0000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	5<GAMMAD	>= 19.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	6<GAMMAB	>= 10.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	7<GAMMAW	>= 10.000	(BOTH WALLS)	
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 29.256	WALL NO.	1
ITEM NO.	9<U-FRICT	>= 35.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	10<U-KA	>= 0.30000	WALL NO.	1
ITEM NO.	11<U-KP	>= 4.1020	WALL NO.	1
ITEM NO.	12<KO-NC	>= 0.42600	(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	>= 29.256	WALL NO.	1
ITEM NO.	89<D-FRICT	>= 35.000	WALL NO.	2
ITEM NO.	90<D-KA	>= 0.30000	WALL NO.	1



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	163 di 267

ITEM NO. 91<D-KP >= 4.1020 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 >= 15.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 3<LEVEL >= -7.0000 (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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 8<U-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 10<U-KA >= 0.86800 WALL NO. 1  
ITEM NO. 11<U-KP >= 2.6490 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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 88<D-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 90<D-KA >= 0.39000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 91<D-KP >= 2.6490 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. 3

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 3

ITEM NO. 1<NAME >= 14.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 3<LEVEL >= 5.0000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 4<WALL >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 5<GAMMAD >= 19.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 6<GAMMAB >= 10.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 7<GAMMAW >= 10.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 29.256 WALL NO. 1  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 10<U-KA >= 0.29100 WALL NO. 1  
ITEM NO. 11<U-KP >= 4.1020 WALL NO. 1  
ITEM NO. 12<KO-NC >= 0.42600 (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 >= 29.256 WALL NO. 1  
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 90<D-KA >= 0.30000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 91<D-KP >= 4.1020 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. 3

ITEM NO. 1<NAME >= 15.000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
ITEM NO. 3<LEVEL >= -7.0000 (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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 8<U-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 10<U-KA >= 0.41200 WALL NO. 1  
ITEM NO. 11<U-KP >= 2.6490 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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 88<D-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
ITEM NO. 90<D-KA >= 0.39000 WALL NO. 1  
ITEM NO. 91<D-KP >= 2.6490 WALL NO. 1  
ITEM NO. 107<D-PERM >= 0.10000E-06 (BOTH WALLS)



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 164 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

ITEM NO. 141<D-TZALPH>= 0.50000 (BOTH WALLS)

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 4

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 4

ITEM NO. 1<NAME >= 14.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 3<LEVEL >= 5.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 4<WALL >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 5<GAMMAD >= 19.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 6<GAMMAB >= 10.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 7<GAMMAW >= 10.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 29.256 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 10<U-KA >= 0.29100 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 11<U-KP >= 4.1020 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 12<K0-NC >= 0.42600 (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 >= 29.256 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 89<D-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 90<D-KA >= 0.30000 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 91<D-KP >= 4.1020 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. 4

ITEM NO. 1<NAME >= 15.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 3<LEVEL >= -7.0000 (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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 8<U-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 10<U-KA >= 0.41200 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 11<U-KP >= 2.6490 WALL NO. 1  
 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 >= 4.0000 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 88<D-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 89<D-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 89<D-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 90<D-KA >= 0.39000 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 91<D-KP >= 2.6490 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. 5

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 5

ITEM NO. 1<NAME >= 14.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 3<LEVEL >= 5.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 4<WALL >= 1.0000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 5<GAMMAD >= 19.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 6<GAMMAB >= 10.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 7<GAMMAW >= 10.000 (BOTH WALLS)  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 29.256 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 9<U-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 10<U-KA >= 0.29100 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 11<U-KP >= 4.1020 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 12<K0-NC >= 0.42600 (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. 47<U-KAED >= 0.38405 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 48<U-KAEW >= 0.48165 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 49<U-KPED >= 4.0113 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 50<U-KPEW >= 3.5805 WALL NO. 1  
 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 >= 29.256 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 89<D-FRICT >= 35.000 WALL NO. 2  
 ITEM NO. 90<D-KA >= 0.30000 WALL NO. 1  
 ITEM NO. 91<D-KP >= 4.1020 WALL NO. 1



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	165 di 267

```
ITEM NO. 107<D-PERM >= 0.10000E-04 (BOTH WALLS)
ITEM NO. 127<D-KAED >= 0.36437 WALL NO. 1
ITEM NO. 128<D-KAEW >= 0.47894 WALL NO. 1
ITEM NO. 129<D-KPED >= 3.5057 WALL NO. 1
ITEM NO. 130<D-KPEW >= 3.0586 WALL NO. 1
ITEM NO. 141<D-TZALPH>= 0.50000 (BOTH WALLS)
```

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 5

```
ITEM NO. 1<NAME >= 15.000 (BOTH WALLS)
ITEM NO. 2<NATURE >= 1.0000 (BOTH WALLS)
ITEM NO. 3<LEVEL >= -7.0000 (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 >= 4.0000 WALL NO. 1
ITEM NO. 8<U-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1
ITEM NO. 9<U-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2
ITEM NO. 10<U-KA >= 0.41200 WALL NO. 1
ITEM NO. 11<U-KP >= 2.6490 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. 47<U-KAED >= 0.53469 WALL NO. 1
ITEM NO. 48<U-KAEW >= 0.66306 WALL NO. 1
ITEM NO. 49<U-KPED >= 2.5472 WALL NO. 1
ITEM NO. 50<U-KPEW >= 2.2109 WALL NO. 1
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 >= 4.0000 WALL NO. 1
ITEM NO. 88<D-COHE >= 5.0000 WALL NO. 2
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 21.315 WALL NO. 1
ITEM NO. 89<D-FRICT >= 26.000 WALL NO. 2
ITEM NO. 90<D-KA >= 0.39000 WALL NO. 1
ITEM NO. 91<D-KP >= 2.6490 WALL NO. 1
ITEM NO. 107<D-PERM >= 0.10000E-06 (BOTH WALLS)
ITEM NO. 127<D-KAED >= 0.45265 WALL NO. 1
ITEM NO. 128<D-KAEW >= 0.56440 WALL NO. 1
ITEM NO. 129<D-KPED >= 2.2191 WALL NO. 1
ITEM NO. 130<D-KPEW >= 1.8622 WALL NO. 1
ITEM NO. 141<D-TZALPH>= 0.50000 (BOTH WALLS)
```

DEFAULT WATER UNIT WEIGHT = 10.000  
AVERAGED ON 10 VALUES





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	167 di 267

```
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. Kh [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 3

```
STEP NO. 4 no. of subincrements 1
LEFT WALL RIGHT WALL
Y 0.000 -0.9990E+30
Z-PC 0.000 0.000
Z-EXCAVATION -4.420 0.000
Z-WATER_TABLE -7.356 -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000 0.000
ZQ 0.000 0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.3440E-01 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 -18.00 -18.00
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. Kh [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 4

```
STEP NO. 5 no. of subincrements 1
LEFT WALL RIGHT WALL
Y 0.000 -0.9990E+30
Z-PC 0.000 0.000
Z-EXCAVATION -4.420 0.000
Z-WATER_TABLE -7.356 -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000 0.000
ZQ 0.000 0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.3440E-01 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 -18.00 -18.00
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. Kh [g] -0.1218 0.000
MANUAL
UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g] 0.6090E-01 0.000
DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g] -0.6090E-01 0.000
UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000 0.000
UPHILL DELTA/PHI RATIO 0.5000 0.000
DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000 0.000
DOWNHILL DELTA/PHI RATIO 0.5000 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 5

```
LEFT-HAND WALL
LOWER LEVEL -18.00000
UPPER LEVEL 0.00000
```





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 168 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

RIGHT-HAND WALL

LOWER LEVEL      -18.00000  
UPPER LEVEL      0.00000



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 169 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

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 3.0000  
 END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED) 3.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY) 0.8000000000000000  
 FOUNDATION WIDTH (B) 10.5000000000000000  
 ZETA-F..... 0.0000000000000000E+000  
 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 5245

NO. OF D.P.W FOR THIS AREA 14303  
 MAX NO. OF D.P.W. AVAILABLE 81920  
 \*\* MAX NO OF ITERATIONS SET TO 40

ITER 0 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM=0.2325E-01 REMNOR= 0.000 RATIO =0.7380E-03 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.7380E-03 RATIO= 0.000  
 MAX UN=0.3381E-01 IEQ= 79 NODE 40 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=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM= 490.4 REMNOR=0.1388E-20 RATIO =0.1072 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.1072 RATIO= 0.000  
 MAX UN= 5.553 IEQ= 181 NODE 91 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.4021E-08 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 3 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM= 21.89 REMNOR=0.8066E-15 RATIO =0.2264E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.2264E-01 RATIO= 0.000  
 MAX UN= 2.454 IEQ= 93 NODE 47 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-2.845 IEQ= 75 NODE 38 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 4 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM=0.4980 REMNOR=0.6105E-15 RATIO =0.3416E-02 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.3416E-02 RATIO= 0.000  
 MAX UN=0.3812 IEQ= 87 NODE 44 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.2535 IEQ= 81 NODE 41 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 5 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM=0.1348 REMNOR=0.6342E-17 RATIO =0.1777E-02 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.1777E-02 RATIO= 0.000  
 MAX UN=0.5020E-01 IEQ= 107 NODE 54 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.1733 IEQ= 75 NODE 38 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 6 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000  
 RENORM=0.4290E-02 REMNOR=0.1289E-15 RATIO =0.3170E-03 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 33.47 RMMAX = 0.000  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
 RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000  
 RATIO=0.3170E-03 RATIO= 0.000



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 170 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```
MAX UN=0.2896E-01 IEQ= 101 NODE 51 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.9305E-03 IEQ= 183 NODE 92 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
```

```
ITER 7 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000
RINORM=0.4269E+05 RIMNOR= 0.000
RENORM=0.2876E-03 REMNOR=0.7525E-17 RATIO =0.8208E-04 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !
RFMAX = 33.47 RFMAX = 0.000
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000
RDT =0.4269E+05 RDR = 0.000
RATIOT=0.8208E-04 RATIOR= 0.000
MAX UN=0.6211E-02 IEQ= 129 NODE 65 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.5298E-02 IEQ= 105 NODE 53 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 171 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
                |
                |                               ParatiePlus
                |                               Exe Time :30 July 2021      12:09:32
                |
-----

```

New Project  
SOLUTION REACHED USING 7 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 1 ( AT TIME 1.000 ) SUBINCREMENT 00001/00001

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

	Y-DISPL.F 02	X-ROT. F 04
1	-1.5128571E-03	1.8748565E-04
2	-1.4753600E-03	1.8748565E-04
3	-1.4378629E-03	1.8748565E-04
4	-1.4003657E-03	1.8748565E-04
5	-1.3628686E-03	1.8748565E-04
6	-1.3253715E-03	1.8748565E-04
7	-1.2878743E-03	1.8748565E-04
8	-1.2503772E-03	1.8748565E-04
9	-1.2128801E-03	1.8748565E-04
10	-1.1753829E-03	1.8748565E-04
11	-1.1378858E-03	1.8748565E-04
12	-1.1003887E-03	1.8748565E-04
13	-1.0628916E-03	1.8748565E-04
14	-1.0253944E-03	1.8748565E-04
15	-9.8789729E-04	1.8748565E-04
16	-9.5040016E-04	1.8748565E-04
17	-9.1290284E-04	1.8748565E-04
18	-8.7540571E-04	1.8748565E-04
19	-8.3790858E-04	1.8748565E-04
20	-8.0041145E-04	1.8748565E-04
21	-7.6291451E-04	1.8748565E-04
22	-7.2541738E-04	1.8748565E-04
23	-6.8792025E-04	1.8748565E-04
24	-6.5042312E-04	1.8748565E-04
25	-6.1292598E-04	1.8748565E-04
26	-5.7542885E-04	1.8748565E-04
27	-5.3793191E-04	1.8748565E-04
28	-5.0043478E-04	1.8748565E-04
29	-4.6293765E-04	1.8748565E-04
30	-4.2544052E-04	1.8748565E-04
31	-4.1981576E-04	1.8748565E-04
32	-4.1794091E-04	1.8748565E-04
33	-3.8044377E-04	1.8748565E-04
34	-3.4294664E-04	1.8748565E-04
35	-3.0544951E-04	1.8748565E-04
36	-2.6795257E-04	1.8748565E-04
37	-2.3045544E-04	1.8748565E-04
38	-1.9295831E-04	1.8748565E-04
39	-1.5546101E-04	1.8748820E-04
40	-1.1796243E-04	1.8749978E-04
41	-8.0460066E-05	1.8752963E-04
42	-4.2948820E-05	1.8758863E-04
43	-5.4220557E-06	1.8768601E-04
44	3.2128434E-05	1.8782612E-04
45	6.9711208E-05	1.8800847E-04
46	1.0733429E-04	1.8823062E-04
47	1.4500575E-04	1.8848991E-04
48	1.8273253E-04	1.8878338E-04
49	2.2052116E-04	1.8910772E-04
50	2.5837744E-04	1.8945944E-04
51	2.9630653E-04	1.8983509E-04
52	3.3431266E-04	1.9023124E-04
53	3.7240074E-04	1.9064461E-04
54	4.1057219E-04	1.9107199E-04
55	4.4883027E-04	1.9151034E-04
56	4.8717687E-04	1.9195676E-04
57	5.2561333E-04	1.9240850E-04
58	5.6414045E-04	1.9286293E-04
59	6.0275851E-04	1.9331759E-04
60	6.4146541E-04	1.9377015E-04
61	6.8026436E-04	1.9421848E-04
62	7.1915238E-04	1.9466053E-04
63	7.5812802E-04	1.9509441E-04
64	7.9718948E-04	1.9551838E-04
65	8.3633461E-04	1.9593084E-04
66	8.7556095E-04	1.9633031E-04
67	9.1486578E-04	1.9671548E-04
68	9.5424612E-04	1.9708523E-04
69	9.9369878E-04	1.9743856E-04
70	1.0332204E-03	1.9777461E-04
71	1.0728074E-03	1.9809266E-04
72	1.1124562E-03	1.9839213E-04
73	1.1521630E-03	1.9867257E-04
74	1.1919239E-03	1.9893365E-04
75	1.2317352E-03	1.9917520E-04
76	1.2715927E-03	1.9939715E-04
77	1.3114927E-03	1.9959957E-04
78	1.3514313E-03	1.9978265E-04
79	1.3914045E-03	1.9994673E-04
80	1.4314087E-03	2.0009224E-04
81	1.4714402E-03	2.0021976E-04
82	1.5114955E-03	2.0032998E-04
83	1.5515711E-03	2.0042372E-04
84	1.5916639E-03	2.0050193E-04
85	1.6317709E-03	2.0056566E-04
86	1.6718893E-03	2.0061610E-04
87	1.7120165E-03	2.0065455E-04
88	1.7521524E-03	2.0068244E-04



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 172 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

89 1.7922909E-03 2.0070130E-04  
90 1.8324324E-03 2.0071276E-04  
91 1.8725757E-03 2.0071858E-04  
92 1.9127196E-03 2.0072067E-04  
93 1.9448350E-03 2.0072095E-04



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 173 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   1

```

O_I
ELEMENT TYPE      5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP  93
C U R R E N T    T I M E      I S      1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

```

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACTOR ZPL
1	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.2000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.4000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.6000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.8000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.000	0.000	1.000	1.000
7	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.200	0.000	1.000	1.000
8	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.400	0.000	1.000	1.000
9	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.600	0.000	1.000	1.000
10	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.800	0.000	1.000	1.000
11	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.000	0.000	1.000	1.000
12	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.200	0.000	1.000	1.000
13	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.400	0.000	1.000	1.000
14	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.600	0.000	1.000	1.000
15	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.800	0.000	1.000	1.000
16	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.000	0.000	1.000	1.000
17	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.200	0.000	1.000	1.000
18	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.400	0.000	1.000	1.000
19	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.600	0.000	1.000	1.000
20	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.800	0.000	1.000	1.000
21	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.000	0.000	1.000	1.000
22	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.200	0.000	1.000	1.000
23	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.400	0.000	1.000	1.000
24	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.600	0.000	1.000	1.000
25	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.800	0.000	1.000	1.000
26	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.000	0.000	1.000	1.000
27	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.200	0.000	1.000	1.000
28	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.400	0.000	1.000	1.000
29	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.600	0.000	1.000	1.000
30	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.800	0.000	1.000	1.000
31	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.830	0.000	1.000	1.000
32	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.840	0.000	1.000	1.000
33	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.040	0.000	1.000	1.000
34	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.240	0.000	1.000	1.000
35	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.440	0.000	1.000	1.000
36	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.640	0.000	1.000	1.000
37	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.840	0.000	1.000	1.000
38 D	0.6338	1.9296E-04	0.7800	3.169	0.7800	3.426	UL-RL	8.5377E+04	-7.040	0.000	1.000	1.000
3.169	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecl1_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
39 D	0.9575	1.5546E-04	4.680	4.787	4.680	5.047	UL-RL	8.5377E+04	-7.240	0.000	1.000	1.000









## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
 Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 176 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 2

O\_R  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACTOR ZPL
1	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-0.2000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-0.4000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-0.6000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-0.8000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-1.000	0.000	1.000	1.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-1.200	0.000	1.000	1.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-1.400	0.000	1.000	1.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-1.600	0.000	1.000	1.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-1.800	0.000	1.000	1.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-2.000	0.000	1.000	1.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-2.200	0.000	1.000	1.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-2.400	0.000	1.000	1.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-2.600	0.000	1.000	1.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-2.800	0.000	1.000	1.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-3.000	0.000	1.000	1.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-3.200	0.000	1.000	1.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-3.400	0.000	1.000	1.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-3.600	0.000	1.000	1.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-3.800	0.000	1.000	1.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-4.000	0.000	1.000	1.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-4.200	0.000	1.000	1.000
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-4.400	0.000	1.000	1.000
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-4.600	0.000	1.000	1.000
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-4.800	0.000	1.000	1.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.000	0.000	1.000	1.000
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.200	0.000	1.000	1.000
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.400	0.000	1.000	1.000
29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.600	0.000	1.000	1.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.800	0.000	1.000	1.000
31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.830	0.000	1.000	1.000
32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-5.840	0.000	1.000	1.000
33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-6.040	0.000	1.000	1.000
34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-6.240	0.000	1.000	1.000
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-6.440	0.000	1.000	1.000
36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-6.640	0.000	1.000	1.000
37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	REMOVED	--	-6.840	0.000	1.000	1.000
38 D	4.7983E-02	-1.9296E-04	0.7800	0.2399	0.7800	0.4630	UL-RL	7.9711E+04	-7.040	0.000	1.000	1.000
0.2399	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
39 D	4.8424E-02	-1.5546E-04	4.680	0.2421	4.680	2.656	UL-RL	7.9711E+04	-7.240	0.000	1.000	1.000

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 177 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

0.2421	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
0.0000												
40 D	0.1488	-1.1796E-04	8.130	0.2443	8.130	4.597	UL-RL	7.9711E+04	-7.440	0.4998	1.000	1.000
0.7441	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
41 D	0.5936	-8.0460E-05	10.23	0.4652	10.23	5.777	UL-RL	7.9711E+04	-7.640	2.503	1.000	1.000
2.968	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
42 D	1.573	-4.2949E-05	12.32	3.358	12.32	6.957	UL-RL	7.9711E+04	-7.840	4.506	1.000	1.000
7.865	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
43 D	2.763	-5.4221E-06	14.42	7.306	14.42	8.184	UL-RL	7.9711E+04	-8.040	6.509	1.000	1.000
13.82	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
44 D	3.526	3.2128E-05	16.52	9.120	16.52	9.875	UL-RL	7.9711E+04	-8.240	8.513	1.000	1.000
17.63	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
45 D	4.289	6.9711E-05	18.61	10.93	18.61	11.57	UL-RL	7.9711E+04	-8.440	10.52	1.000	1.000
21.45	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
46 D	5.051	1.0733E-04	20.71	12.74	20.71	13.26	UL-RL	7.9711E+04	-8.640	12.52	1.000	1.000
25.26	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
47 D	5.813	1.4501E-04	22.81	14.54	22.81	14.96	UL-RL	7.9711E+04	-8.840	14.52	1.000	1.000
29.06	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
48 D	6.574	1.8273E-04	24.90	16.34	24.90	16.65	UL-RL	7.9711E+04	-9.040	16.53	1.000	1.000
32.87	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
49 D	7.334	2.2052E-04	27.00	18.14	27.00	18.35	UL-RL	7.9711E+04	-9.240	18.53	1.000	1.000
36.67	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
50 D	8.093	2.5838E-04	29.10	19.93	29.10	20.05	UL-RL	7.9711E+04	-9.440	20.53	1.000	1.000
40.46	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
51 D	8.845	2.9631E-04	31.19	21.69	31.19	21.76	UL-RL	7.9711E+04	-9.640	22.54	1.000	1.000
44.23	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
52 D	9.591	3.3431E-04	33.29	23.42	33.29	23.48	UL-RL	7.9711E+04	-9.840	24.54	1.000	1.000
47.96	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
53 D	10.34	3.7240E-04	35.39	25.15	35.39	25.20	UL-RL	7.9711E+04	-10.04	26.54	1.000	1.000
51.69	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
54 D	11.08	4.1057E-04	37.48	26.88	37.48	26.92	UL-RL	7.9711E+04	-10.24	28.55	1.000	1.000
55.42	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
55 D	11.83	4.4883E-04	39.58	28.60	39.58	28.64	UL-RL	7.9711E+04	-10.44	30.55	1.000	1.000
59.15	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
56 D	12.58	4.8718E-04	41.68	30.34	41.68	30.36	UL-RL	7.9711E+04	-10.64	32.55	1.000	1.000
62.89	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
57 D	13.32	5.2561E-04	43.78	32.07	43.78	32.09	UL-RL	7.9711E+04	-10.84	34.55	1.000	1.000
66.62	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
58 D	14.07	5.6414E-04	45.87	33.80	45.87	33.81	UL-RL	7.9711E+04	-11.04	36.56	1.000	1.000
70.36	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
59 D	14.82	6.0276E-04	47.97	35.53	47.97	35.54	UL-RL	7.9711E+04	-11.24	38.56	1.000	1.000
74.10	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
60 D	15.57	6.4147E-04	50.07	37.27	50.07	37.27	V-C	1.4234E+04	-11.44	40.56	1.000	1.000
77.83	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
61 D	16.31	6.8026E-04	52.16	39.00	52.16	39.00	V-C	1.4234E+04	-11.64	42.57	1.000	1.000
81.57	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
62 D	17.06	7.1915E-04	54.26	40.73	54.26	40.73	V-C	1.4234E+04	-11.84	44.57	1.000	1.000
85.30	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
63 D	17.81	7.5813E-04	56.36	42.46	56.36	42.46	V-C	1.4234E+04	-12.04	46.57	1.000	1.000
89.04	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
64 D	18.55	7.9719E-04	58.45	44.20	58.45	44.20	V-C	1.4234E+04	-12.24	48.58	1.000	1.000
92.77	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
65 D	19.30	8.3633E-04	60.55	45.93	60.55	45.93	V-C	1.4234E+04	-12.44	50.58	1.000	1.000
96.51	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
66 D	20.05	8.7556E-04	62.65	47.67	62.65	47.67	V-C	1.4234E+04	-12.64	52.58	1.000	1.000
100.3	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
67 D	20.80	9.1487E-04	64.74	49.41	64.74	49.41	V-C	1.4234E+04	-12.84	54.59	1.000	1.000
104.0	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
68 D	21.55	9.5425E-04	66.84	51.15	66.84	51.15	V-C	1.4234E+04	-13.04	56.59	1.000	1.000
107.7	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
69 D	22.30	9.9370E-04	68.94	52.89	68.94	52.89	V-C	1.4234E+04	-13.24	58.59	1.000	1.000
111.5	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
70 D	23.04	1.0332E-03	71.03	54.63	71.03	54.63	V-C	1.4234E+04	-13.44	60.60	1.000	1.000
115.2	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
71 D	23.79	1.0728E-03	73.13	56.37	73.13	56.37	V-C	1.4234E+04	-13.64	62.60	1.000	1.000
119.0	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
72 D	24.54	1.1125E-03	75.23	58.11	75.23	58.11	V-C	1.4234E+04	-13.84	64.60	1.000	





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 179 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
                -----
                                ParatiePlus
                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   3

Pali\_30  
ELEMENT TYPE    2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP    62  
C U R R E N T    T I M E    I S                    1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	8.88645E-07	-8.88645E-07	2.06994E-09	-2.81581E-08
2	-6.75087E-11	6.75087E-11	3.28569E-08	-3.29869E-08
3	3.29692E-12	-3.29692E-12	3.29647E-08	-3.28605E-08
4	2.61110E-10	-2.61110E-10	3.28699E-08	-3.28823E-08
5	-1.30399E-10	1.30399E-10	3.28791E-08	-3.28810E-08
6	1.82183E-10	-1.82183E-10	3.28694E-08	-3.28334E-08
7	1.10653E-10	-1.10653E-10	3.28469E-08	-3.28533E-08
8	0.58584	-0.58584	3.28474E-08	0.11717
9	1.4949	-1.4949	-0.11717	0.41614
10	2.7103	-2.7103	-0.41614	0.95821
11	4.0020	-4.0020	-0.95821	1.7586
12	4.8354	-4.8354	-1.7586	2.7257
13	4.9996	-4.9996	-2.7257	3.7256
14	4.7285	-4.7285	-3.7256	4.6713
15	4.4336	-4.4336	-4.6713	5.5580
16	4.1167	-4.1167	-5.5580	6.3814
17	3.7531	-3.7531	-6.3814	7.1320
18	3.3526	-3.3526	-7.1320	7.8025
19	2.9532	-2.9532	-7.8025	8.3931
20	2.5554	-2.5554	-8.3931	8.9042
21	2.1666	-2.1666	-8.9042	9.3376
22	1.7932	-1.7932	-9.3376	9.6962
23	1.4350	-1.4350	-9.6962	9.9832
24	1.0921	-1.0921	-9.9832	10.202
25	0.76561	-0.76561	-10.202	10.355
26	0.45644	-0.45644	-10.355	10.446
27	0.16446	-0.16446	-10.446	10.479
28	-0.11053	0.11053	-10.479	10.457
29	-0.36872	0.36872	-10.457	10.383
30	-0.61030	0.61030	-10.383	10.261
31	-0.83547	0.83547	-10.261	10.094
32	-1.0444	1.0444	-10.094	9.8850
33	-1.2373	1.2373	-9.8850	9.6376
34	-1.4144	1.4144	-9.6376	9.3547
35	-1.5759	1.5759	-9.3547	9.0395
36	-1.7147	1.7147	-9.0395	8.6966
37	-1.8372	1.8372	-8.6966	8.3291
38	-1.9437	1.9437	-8.3291	7.9404
39	-2.0343	2.0343	-7.9404	7.5336
40	-2.1093	2.1093	-7.5336	7.1117
41	-2.1688	2.1688	-7.1117	6.6779
42	-2.2131	2.2131	-6.6779	6.2353
43	-2.2422	2.2422	-6.2353	5.7869
44	-2.2564	2.2564	-5.7869	5.3356
45	-2.2558	2.2558	-5.3356	4.8844
46	-2.2405	2.2405	-4.8844	4.4363
47	-2.2106	2.2106	-4.4363	3.9942
48	-2.1663	2.1663	-3.9942	3.5609
49	-2.1077	2.1077	-3.5609	3.1394
50	-2.0347	2.0347	-3.1394	2.7324
51	-1.9476	1.9476	-2.7324	2.3429
52	-1.8464	1.8464	-2.3429	1.9737
53	-1.7310	1.7310	-1.9737	1.6274
54	-1.6017	1.6017	-1.6274	1.3071
55	-1.4584	1.4584	-1.3071	1.0154
56	-1.3012	1.3012	-1.0154	0.75518
57	-1.1300	1.1300	-0.75518	0.52916
58	-0.94959	0.94959	-0.52916	0.33924
59	-0.75406	0.75406	-0.33924	0.18843
60	-0.54345	0.54345	-0.18843	7.97349E-02
61	-0.31778	0.31778	-7.97349E-02	1.61786E-02
62	-0.10112	0.10112	-1.61786E-02	-7.90710E-11



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 180 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
                -----
                                ParatiePlus
                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----
  
```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   4

parete\_2486921  
 ELEMENT TYPE    2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP    31  
 C U R R E N T    T I M E    I S    1.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	1.09520E-10	-1.09520E-10	1.09794E-11	2.61297E-11
2	-1.19759E-10	1.19759E-10	-2.72303E-11	5.56665E-11
3	-6.13980E-11	6.13980E-11	-7.36627E-11	6.34890E-11
4	5.76010E-11	-5.76010E-11	-6.39914E-11	6.85711E-11
5	-6.50502E-12	6.50502E-12	-6.33702E-11	6.00897E-11
6	9.73355E-11	-9.73355E-11	-5.11138E-11	9.93818E-11
7	3.16884E-11	-3.16884E-11	-8.64956E-11	7.92941E-11
8	-6.41247E-11	6.41247E-11	-8.25103E-11	5.84558E-11
9	-3.40510E-11	3.40510E-11	-6.82994E-11	4.27778E-11
10	5.87512E-11	-5.87512E-11	-4.03439E-11	8.60588E-11
11	-1.19289E-10	1.19289E-10	-9.20991E-11	6.98316E-11
12	1.16592E-10	-1.16592E-10	-7.02099E-11	7.49315E-11
13	2.45199E-11	-2.45199E-11	-6.07553E-11	7.25635E-11
14	-1.67778E-10	1.67778E-10	-8.69802E-11	3.49054E-11
15	1.18360E-10	-1.18360E-10	-3.98802E-11	1.12440E-10
16	-8.15348E-12	8.15348E-12	-1.01416E-10	9.19927E-11
17	2.96447E-11	-2.96447E-11	-8.98757E-11	5.82981E-11
18	1.27010E-13	-1.27010E-13	-5.53348E-11	7.11761E-11
19	1.42020E-12	-1.42020E-12	-7.09651E-11	6.80530E-11
20	-7.92904E-11	7.92904E-11	-7.58756E-11	6.79636E-11
21	4.81206E-11	-4.81206E-11	-7.11829E-11	7.99043E-11
22	3.55742E-11	-3.55742E-11	-7.14128E-11	9.74170E-11
23	-2.45715E-11	2.45715E-11	-9.63731E-11	8.56094E-11
24	1.84635E-11	-1.84635E-11	-8.63010E-11	1.09121E-10
25	-7.41007E-11	7.41007E-11	-1.14600E-10	9.58028E-11
26	6.84830E-11	-6.84830E-11	-9.63857E-11	1.12649E-10
27	-3.55165E-11	3.55165E-11	-1.09353E-10	1.06929E-10
28	-1.53211E-11	1.53211E-11	-1.12045E-10	8.45638E-11
29	9.51239E-12	-9.51239E-12	-8.51185E-11	7.70123E-11
30	8.61144E-09	-8.61144E-09	5.31122E-11	1.72617E-10
31	-5.17622E-07	5.17622E-07	-2.49981E-10	-2.86238E-09

ITER    0    RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.7046E+05    RIMNOR= 4883.  
 RENORM= 1736.    REMNOR=0.7525E-17    RATIO =0.1569    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 44.31    RMMAX = 10.48  
 RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.7046E+05    RDR = 4883.  
 RATIO=0.1569    RATOR= 0.000  
 MAX UN=0.2293E-09    IEQ=    3    NODE    2    DOF    1    Y-DISPL.F  
 MIN UN=-5.515    IEQ=    105    NODE    53    DOF    1    Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS    0

ITER    2    RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.7046E+05    RIMNOR= 4883.  
 RENORM= 364.9    REMNOR=0.1816E-14    RATIO =0.7196E-01    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 44.31    RMMAX = 10.48  
 RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.7046E+05    RDR = 4883.  
 RATIO=0.7196E-01    RATOR= 0.000  
 MAX UN=0.4852E-02    IEQ=    99    NODE    50    DOF    1    Y-DISPL.F  
 MIN UN=-6.149    IEQ=    183    NODE    92    DOF    1    Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS    0

ITER    3    RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.7046E+05    RIMNOR= 4883.  
 RENORM= 31.11    REMNOR=0.2304E-13    RATIO =0.2101E-01    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 44.31    RMMAX = 10.48  
 RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.7046E+05    RDR = 4883.  
 RATIO=0.2101E-01    RATOR= 0.000  
 MAX UN=0.2972E-08    IEQ=    81    NODE    41    DOF    1    Y-DISPL.F  
 MIN UN=-2.867    IEQ=    75    NODE    38    DOF    1    Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS    0

ITER    4    RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.7046E+05    RIMNOR= 4883.  
 RENORM=0.9741    REMNOR=0.7106E-13    RATIO =0.3718E-02    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 44.31    RMMAX = 10.48  
 RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.7046E+05    RDR = 4883.  
 RATIO=0.3718E-02    RATOR= 0.000  
 MAX UN=0.7727E-01    IEQ=    185    NODE    93    DOF    1    Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.7475    IEQ=    105    NODE    53    DOF    1    Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS    0

ITER    5    RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.7046E+05    RIMNOR= 4883.  
 RENORM=0.1936E-02    REMNOR=0.8932E-14    RATIO =0.1658E-03    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 44.31    RMMAX = 10.48



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	181 di 267

```
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03
RDT =0.7046E+05 RDR = 4883.
RATIOT=0.1658E-03 RATIO= 0.000
MAX UN=0.1323E-04 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.4388E-01 IEQ= 111 NODE 56 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
```

```
ITER 6 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000
RINORM=0.7046E+05 RIMNOR= 4883.
RENORM=0.6122E-10 REMNOR=0.1373E-14 RATIO =0.2948E-07 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !
RFMAX = 44.31 RFMAX = 10.48
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03
RDT =0.7046E+05 RDR = 4883.
RATIOT=0.2948E-07 RATIO= 0.000
MAX UN=0.5443E-05 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.5618E-05 IEQ= 61 NODE 31 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 182 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
                -----
                                ParatiePlus
                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----
  
```

New Project  
 SOLUTION REACHED USING 6 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 02	X-ROT. F 04
1	-8.1274311E-03	4.8898388E-04
2	-8.0296343E-03	4.8898388E-04
3	-7.9318375E-03	4.8898388E-04
4	-7.8340407E-03	4.8898388E-04
5	-7.7362440E-03	4.8898388E-04
6	-7.6384472E-03	4.8898388E-04
7	-7.5406504E-03	4.8898388E-04
8	-7.4428536E-03	4.8898388E-04
9	-7.3450568E-03	4.8898388E-04
10	-7.2472601E-03	4.8898388E-04
11	-7.1494633E-03	4.8898388E-04
12	-7.0516665E-03	4.8898388E-04
13	-6.9538697E-03	4.8898388E-04
14	-6.8560730E-03	4.8898388E-04
15	-6.7582762E-03	4.8898388E-04
16	-6.6604794E-03	4.8898388E-04
17	-6.5626822E-03	4.8898388E-04
18	-6.4648854E-03	4.8898388E-04
19	-6.3670886E-03	4.8898388E-04
20	-6.2692918E-03	4.8898388E-04
21	-6.1714955E-03	4.8898388E-04
22	-6.0736988E-03	4.8898388E-04
23	-5.9759020E-03	4.8898388E-04
24	-5.8781052E-03	4.8898388E-04
25	-5.7803089E-03	4.8897732E-04
26	-5.6825161E-03	4.8894377E-04
27	-5.5847360E-03	4.8884822E-04
28	-5.4869847E-03	4.8864109E-04
29	-5.3892913E-03	4.8825818E-04
30	-5.2916984E-03	4.8762073E-04
31	-5.2770711E-03	4.8749879E-04
32	-5.2721962E-03	4.8749372E-04
33	-5.1747110E-03	4.8734872E-04
34	-5.0772610E-03	4.8713866E-04
35	-4.9798610E-03	4.8684650E-04
36	-4.8825296E-03	4.8645324E-04
37	-4.7852883E-03	4.8593787E-04
38	-4.6881642E-03	4.8527743E-04
39	-4.5911878E-03	4.8446049E-04
40	-4.4943902E-03	4.8348989E-04
41	-4.3978022E-03	4.8237010E-04
42	-4.3014523E-03	4.8110528E-04
43	-4.2053696E-03	4.7969891E-04
44	-4.1095820E-03	4.7815376E-04
45	-4.0141172E-03	4.7647211E-04
46	-3.9190026E-03	4.7465631E-04
47	-3.8242639E-03	4.7270914E-04
48	-3.729275E-03	4.7063391E-04
49	-3.6360186E-03	4.6843450E-04
50	-3.5425616E-03	4.6611584E-04
51	-3.4495798E-03	4.6368429E-04
52	-3.3570954E-03	4.6114763E-04
53	-3.2651257E-03	4.5851498E-04
54	-3.1736932E-03	4.5579708E-04
55	-3.0828118E-03	4.5300591E-04
56	-2.9924948E-03	4.5015499E-04
57	-2.9027528E-03	4.4725926E-04
58	-2.8135931E-03	4.4433419E-04
59	-2.7250201E-03	4.4139462E-04
60	-2.6370396E-03	4.3845472E-04
61	-2.5496418E-03	4.3552742E-04
62	-2.4628270E-03	4.3262529E-04
63	-2.3765892E-03	4.2975999E-04
64	-2.2909198E-03	4.2694242E-04
65	-2.2058084E-03	4.2418272E-04
66	-2.1212423E-03	4.2149030E-04
67	-2.0372072E-03	4.1887384E-04
68	-1.9536871E-03	4.1634127E-04
69	-1.8706646E-03	4.1389985E-04
70	-1.7881207E-03	4.1155611E-04
71	-1.7060352E-03	4.0931590E-04
72	-1.6243871E-03	4.0718438E-04
73	-1.5431539E-03	4.0516605E-04
74	-1.4623128E-03	4.0326473E-04
75	-1.3818400E-03	4.0148357E-04
76	-1.3017112E-03	3.9982508E-04
77	-1.2219017E-03	3.9829113E-04
78	-1.1423864E-03	3.9688293E-04
79	-1.0631401E-03	3.9560107E-04
80	-9.8413756E-04	3.9444550E-04
81	-9.0535354E-04	3.9341557E-04
82	-8.2676304E-04	3.9250997E-04
83	-7.4834139E-04	3.9172680E-04
84	-6.7006435E-04	3.9106321E-04
85	-5.9190842E-04	3.9051483E-04
86	-5.1385115E-04	3.9007544E-04
87	-4.3587152E-04	3.8973700E-04
88	-3.5794639E-04	3.8948961E-04



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 183 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

89 -2.8006648E-04 3.8932161E-04  
90 -2.0221335E-04 3.8921947E-04  
91 -1.2437533E-04 3.8916784E-04  
92 -4.6543990E-05 3.8914960E-04  
93 1.5719688E-05 3.8914718E-04





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 184 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 1

O.L  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACTOR ZPL
1	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.2000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.4000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.6000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.8000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.000	0.000	1.000	1.000
7	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.200	0.000	1.000	1.000
8	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.400	0.000	1.000	1.000
9	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.600	0.000	1.000	1.000
10	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.800	0.000	1.000	1.000
11	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.000	0.000	1.000	1.000
12	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.200	0.000	1.000	1.000
13	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.400	0.000	1.000	1.000
14	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.600	0.000	1.000	1.000
15	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.800	0.000	1.000	1.000
16	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.000	0.000	1.000	1.000
17	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.200	0.000	1.000	1.000
18	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.400	0.000	1.000	1.000
19	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.600	0.000	1.000	1.000
20	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.800	0.000	1.000	1.000
21	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.000	0.000	1.000	1.000
22	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.200	0.000	1.000	1.000
23	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.400	0.000	1.000	1.000
24	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.600	0.000	1.000	1.000
25	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.800	0.000	1.000	1.000
26	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.000	0.000	1.000	1.000
27	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.200	0.000	1.000	1.000
28	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.400	0.000	1.000	1.000
29	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.600	0.000	1.000	1.000
30	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.800	0.000	1.000	1.000
31	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.830	0.000	1.000	1.000
32	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.840	0.000	1.000	1.000
33	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.040	0.000	1.000	1.000
34	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.240	0.000	1.000	1.000
35	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.440	0.000	1.000	1.000
36	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.640	0.000	1.000	1.000
37	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.840	0.000	1.000	1.000
38 D	3.017	4.6882E-03	0.7800	15.09	0.7800	15.09	PASSIVE	0.000	-7.040	0.000	1.000	1.000
15.09	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecl1_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39 D	3.705	4.5912E-03	4.680	18.53	4.680	18.53	V-C	3049.	-7.240	0.000	1.000	1.000







**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 187 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 2

O\_R  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACOR ZPL
1	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	0.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.2000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.4000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.6000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-0.8000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.400	0.000	1.000	1.000
5	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-1.800	0.000	1.000	1.000
6	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.200	0.000	1.000	1.000
7	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.600	0.000	1.000	1.000
8	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-2.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.000	0.000	1.000	1.000
9	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.400	0.000	1.000	1.000
10	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-3.800	0.000	1.000	1.000
11	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.200	0.000	1.000	1.000
12	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.600	0.000	1.000	1.000
13	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-4.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.000	0.000	1.000	1.000
14	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.400	0.000	1.000	1.000
15	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-5.800	0.000	1.000	1.000
16	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.200	0.000	1.000	1.000
17	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.600	0.000	1.000	1.000
18	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-6.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-7.000	0.000	1.000	1.000
19	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-7.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-7.400	0.000	1.000	1.000
20	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-7.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-7.800	0.000	1.000	1.000
21	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-8.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-8.200	0.000	1.000	1.000
22	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-8.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-8.600	0.000	1.000	1.000
23	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-8.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	--	--	--	--	not available	REMOVED	--	-9.000	0.000	1.000	1.000
24 D	0.2052	-5.8781E-03	3.420	1.026	3.420	1.457	ACTIVE	0.000	-4.600	0.000	1.000	1.000
1.026	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
25 D	0.4332	-5.7803E-03	7.220	2.166	7.220	3.076	ACTIVE	0.000	-4.800	0.000	1.000	1.000
2.166	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
26 D	0.6612	-5.6825E-03	11.02	3.306	11.02	4.695	ACTIVE	0.000	-5.000	0.000	1.000	1.000
3.306	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
27 D	0.8892	-5.5847E-03	14.82	4.446	14.82	6.313	ACTIVE	0.000	-5.200	0.000	1.000	1.000
4.446	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
28 D	1.117	-5.4870E-03	18.62	5.586	18.62	7.932	ACTIVE	0.000	-5.400	0.000	1.000	1.000
5.586	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
29 D	1.345	-5.3893E-03	22.42	6.726	22.42	9.551	ACTIVE	0.000	-5.600	0.000	1.000	1.000
6.726	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
30 D	0.9046	-5.2917E-03	26.22	7.866	26.22	11.17	ACTIVE	0.000	-5.800	0.000	1.000	1.000
7.866	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
31 D	0.1607	-5.2771E-03	26.79	8.037	26.79	11.41	ACTIVE	0.000	-5.830	0.000	1.000	1.000
8.037	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
32 D	0.8499	-5.2722E-03	26.98	8.094	26.98	11.49	ACTIVE	0.000	-5.840	0.000	1.000	1.000
8.094	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
33 D	1.847	-5.1747E-03	30.78	9.234	30.78	13.11	ACTIVE	0.000	-6.040	0.000	1.000	1.000
9.234	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
34 D	2.075	-5.0773E-03	34.58	10.37	34.58	14.73	ACTIVE	0.000	-6.240	0.000	1.000	1.000
10.37	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000







**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 190 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
ParatiePlus
Exe Time :30 July 2021 12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 3

Pali\_30  
ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 62  
C U R R E N T T I M E I S 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	-5.0331	5.0331	2.3108	-2.3611
2	-6.5664	6.5664	2.6817	-3.9950
3	-8.4132	8.4132	3.9950	-5.6776
4	-10.4888	10.4888	5.6776	-7.7752
5	-12.791	12.791	7.7752	-10.333
6	-15.322	15.322	10.333	-13.398
7	-18.080	18.080	13.398	-17.014
8	-17.948	17.948	17.014	-20.603
9	-17.433	17.433	20.603	-24.090
10	-16.915	16.915	24.090	-27.473
11	-16.476	16.476	27.473	-30.768
12	-16.116	16.116	30.768	-33.991
13	-15.834	15.834	33.991	-37.158
14	-15.593	15.593	37.158	-40.276
15	-15.297	15.297	40.276	-43.336
16	-14.946	14.946	43.336	-46.325
17	-14.539	14.539	46.325	-49.233
18	-14.052	14.052	49.233	-52.043
19	-13.402	13.402	52.043	-54.724
20	-12.589	12.589	54.724	-57.241
21	-11.613	11.613	57.241	-59.564
22	-10.473	10.473	59.564	-61.659
23	-9.1681	9.1681	61.659	-63.492
24	-7.6979	7.6979	63.492	-65.032
25	-6.0607	6.0607	65.032	-66.244
26	-4.2551	4.2551	66.244	-67.095
27	-2.4997	2.4997	67.095	-67.595
28	-0.83884	0.83884	67.595	-67.763
29	0.72878	-0.72878	67.763	-67.617
30	2.2047	-2.2047	67.617	-67.176
31	3.5911	-3.5911	67.176	-66.458
32	4.8891	-4.8891	66.458	-65.480
33	6.0999	-6.0999	65.480	-64.260
34	7.2248	-7.2248	64.260	-62.815
35	8.2649	-8.2649	62.815	-61.162
36	9.2214	-9.2214	61.162	-59.318
37	10.096	-10.096	59.318	-57.299
38	10.889	-10.889	57.299	-55.121
39	11.601	-11.601	55.121	-52.801
40	12.235	-12.235	52.801	-50.354
41	12.790	-12.790	50.354	-47.796
42	13.268	-13.268	47.796	-45.142
43	13.670	-13.670	45.142	-42.408
44	13.996	-13.996	42.408	-39.609
45	14.247	-14.247	39.609	-36.759
46	14.425	-14.425	36.759	-33.874
47	14.528	-14.528	33.874	-30.969
48	14.559	-14.559	30.969	-28.057
49	14.518	-14.518	28.057	-25.153
50	14.405	-14.405	25.153	-22.272
51	14.222	-14.222	22.272	-19.428
52	13.965	-13.965	19.428	-16.635
53	13.567	-13.567	16.635	-13.921
54	12.958	-12.958	13.921	-11.330
55	12.136	-12.136	11.330	-8.9026
56	11.104	-11.104	8.9026	-6.6817
57	9.8626	-9.8626	6.6817	-4.7091
58	8.4112	-8.4112	4.7091	-3.0268
59	6.7508	-6.7508	3.0268	-1.6767
60	4.8815	-4.8815	1.6767	-0.70036
61	2.8037	-2.8037	0.70036	-0.13962
62	0.87264	-0.87264	0.13962	-2.36788E-12



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
 Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 191 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
ParatiePlus
Exe Time :30 July 2021 12:09:32
-----

```

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 4

parete\_2486921  
 ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
 CURRENT TIME IS 2.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	2.42328E-10	-2.42328E-10	2.42330E-11	8.86756E-11
2	8.18981E-10	-8.18981E-10	1.70698E-11	1.22325E-10
3	-1.21284E-09	1.21284E-09	-1.61346E-10	-1.46779E-10
4	7.74937E-10	-7.74937E-10	1.02847E-10	8.88705E-11
5	2.11372E-10	-2.11372E-10	9.70446E-12	1.30808E-10
6	-4.39298E-10	4.39298E-10	-1.53478E-10	1.51923E-12
7	-2.93111E-10	2.93111E-10	-7.50152E-11	-8.83411E-11
8	1.65219E-11	-1.65219E-11	6.06252E-11	-5.52803E-11
9	5.02778E-10	-5.02778E-10	1.06671E-10	1.40279E-11
10	1.59414E-10	-1.59414E-10	5.20657E-11	7.97729E-12
11	-3.74967E-10	3.74967E-10	-2.99272E-11	-6.34676E-11
12	1.65867E-11	-1.65867E-11	2.74560E-11	1.43542E-11
13	-1.92068E-10	1.92068E-10	-3.20929E-11	1.08089E-10
14	1.20234E-10	-1.20234E-10	-1.15653E-10	1.94786E-10
15	8.31557E-11	-8.31557E-11	-1.74305E-10	2.68069E-10
16	1.59730E-10	-1.59730E-10	-2.44122E-10	1.91070E-10
17	-2.32936E-10	2.32936E-10	-1.98281E-10	8.73647E-11
18	-1.73737E-11	1.73737E-11	-1.12643E-10	1.26805E-10
19	-1.21212E-10	1.21212E-10	-1.40656E-10	7.78292E-11
20	4.68918E-10	-4.68918E-10	-4.27965E-11	2.70572E-11
21	8.99538E-11	-8.99538E-11	2.92969E-11	-1.77629E-11
22	-4.42877E-10	4.42877E-10	-1.74777E-11	-9.13218E-11
23	-1.76233E-10	1.76233E-10	2.94341E-11	-2.83932E-11
24	-0.20520	0.20520	4.58389E-11	-4.10400E-02
25	-0.63840	0.63840	4.10400E-02	-0.16872
26	-1.2996	1.2996	0.16872	-0.42864
27	-2.1888	2.1888	0.42864	-0.86640
28	-3.3060	3.3060	0.86640	-1.5276
29	-4.6512	4.6512	1.5276	-2.4578
30	-5.5558	5.5558	2.4578	-2.6245
31	-0.68339	0.68339	0.31375	-0.32058

ITER 0 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06  
 RENORM=0.1584E+05 REMNOR=0.1373E-14 RATIO =0.3446 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 55.01 RMMAX = 67.76  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06  
 RATIO=0.3446 RATOR= 0.000  
 MAX UN= 16.35 IEQ= 117 NODE 59 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.2753E-07 IEQ= 64 NODE 32 DOF 2 X-ROT. F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 2 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06  
 RENORM= 1130. REMNOR=0.8732E-14 RATIO =0.9205E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 55.01 RMMAX = 67.76  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06  
 RATIO=0.9205E-01 RATOR= 0.000  
 MAX UN= 8.172 IEQ= 75 NODE 38 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.8590E-07 IEQ= 62 NODE 31 DOF 2 X-ROT. F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 3 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06  
 RENORM= 1056. REMNOR=0.7936E-13 RATIO =0.8897E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 55.01 RMMAX = 67.76  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06  
 RATIO=0.8897E-01 RATOR= 0.000  
 MAX UN= 13.29 IEQ= 105 NODE 53 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.7718E-04 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 4 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06  
 RENORM= 58.50 REMNOR=0.1287E-13 RATIO =0.2094E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 55.01 RMMAX = 67.76  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03  
 RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06  
 RATIO=0.2094E-01 RATOR= 0.000  
 MAX UN= 4.766 IEQ= 141 NODE 71 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.1204E-04 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 5 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06  
 RENORM=0.2258 REMNOR=0.2660E-14 RATIO =0.1301E-02 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 55.01 RMMAX = 67.76





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 192 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03
RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06
RATIOT=0.1301E-02 RATIOR= 0.000
MAX UN=0.3586 IEQ= 153 NODE 77 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.8562E-05 IEQ= 61 NODE 31 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
  
```

```

ITER 6 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000
RINORM=0.1334E+06 RIMNOR=0.2313E+06
RENORM=0.3066E-04 REMNOR=0.2347E-14 RATIO =0.1516E-04 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !
RFMAX = 55.01 RFMAX = 67.76
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-03
RDT =0.1334E+06 RDR =0.2313E+06
RATIOT=0.1516E-04 RATIOR= 0.000
MAX UN=0.2369E-02 IEQ= 3 NODE 2 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.6865E-05 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
  
```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 193 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
                |
                |                               ParatiePlus
                |                               Exe Time :30 July 2021      12:09:32
                |
-----
  
```

New Project  
 SOLUTION REACHED USING 6 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 3 ( AT TIME 3.000 ) SUBINCREMENT 00001/00001

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

	Y-DISPL.F 02	X-ROT. F 04
1	8.3361954E-03	-9.6770379E-04
2	8.1426547E-03	-9.6770379E-04
3	7.9491144E-03	-9.6769660E-04
4	7.7555780E-03	-9.6766013E-04
5	7.5620548E-03	-9.6755631E-04
6	7.3685636E-03	-9.6733031E-04
7	7.1751356E-03	-9.6691023E-04
8	6.9818184E-03	-9.6620650E-04
9	6.7886791E-03	-9.6511103E-04
10	6.5958085E-03	-9.6349754E-04
11	6.4033242E-03	-9.6122240E-04
12	6.2113744E-03	-9.5812514E-04
13	6.0201408E-03	-9.5402893E-04
14	5.8298423E-03	-9.4874091E-04
15	5.6407378E-03	-9.4205247E-04
16	5.4531296E-03	-9.3373941E-04
17	5.2673653E-03	-9.2356275E-04
18	5.0838447E-03	-9.1126901E-04
19	4.9030168E-03	-8.9658938E-04
20	4.7253869E-03	-8.7924001E-04
21	4.5515195E-03	-8.5892214E-04
22	4.3820378E-03	-8.3532179E-04
23	4.2176316E-03	-8.0811045E-04
24	4.0590572E-03	-7.7694470E-04
25	3.9071352E-03	-7.4155616E-04
26	3.7627225E-03	-7.0185123E-04
27	3.6266770E-03	-6.5792173E-04
28	3.4998181E-03	-6.1003815E-04
29	3.3829020E-03	-5.5855035E-04
30	3.2766160E-03	-5.0379277E-04
31	3.2616287E-03	-4.9531295E-04
32	3.2566773E-03	-4.9497331E-04
33	3.1584675E-03	-4.8706282E-04
34	3.0618755E-03	-4.7880155E-04
35	2.9669676E-03	-4.7022897E-04
36	2.8738027E-03	-4.6138281E-04
37	2.7824308E-03	-4.5229892E-04
38	2.6928967E-03	-4.4301153E-04
39	2.6052379E-03	-4.3354891E-04
40	2.5194874E-03	-4.2393218E-04
41	2.4356746E-03	-4.1417825E-04
42	2.3538247E-03	-4.0430032E-04
43	2.2739619E-03	-3.9431088E-04
44	2.1961069E-03	-3.8422422E-04
45	2.1202776E-03	-3.7405576E-04
46	2.0464894E-03	-3.6382054E-04
47	1.9747533E-03	-3.5353302E-04
48	1.9050787E-03	-3.4320744E-04
49	1.8374719E-03	-3.3285762E-04
50	1.7719364E-03	-3.2249703E-04
51	1.7084730E-03	-3.1213881E-04
52	1.6470802E-03	-3.0179584E-04
53	1.5877519E-03	-2.9148029E-04
54	1.5304842E-03	-2.8120480E-04
55	1.4752666E-03	-2.7098105E-04
56	1.4220875E-03	-2.6082066E-04
57	1.3709333E-03	-2.5073498E-04
58	1.3217878E-03	-2.4073533E-04
59	1.2746327E-03	-2.3083316E-04
60	1.2294495E-03	-2.2104069E-04
61	1.1862106E-03	-2.1136898E-04
62	1.1448930E-03	-2.0183097E-04
63	1.1054685E-03	-1.9243955E-04
64	1.0679065E-03	-1.8320808E-04
65	1.0321736E-03	-1.7415039E-04
66	9.9823379E-04	-1.6528081E-04
67	9.6604779E-04	-1.5661419E-04
68	9.3557355E-04	-1.4816594E-04
69	9.0676580E-04	-1.3995203E-04
70	8.7957601E-04	-1.3198902E-04
71	8.5395232E-04	-1.2429408E-04
72	8.2983932E-04	-1.1688500E-04
73	8.0717803E-04	-1.0978021E-04
74	7.8590568E-04	-1.0299883E-04
75	7.6595562E-04	-9.6560627E-05
76	7.4725718E-04	-9.0486087E-05
77	7.2973553E-04	-8.4796396E-05
78	7.1331151E-04	-7.9513468E-05
79	6.9790164E-04	-7.4658004E-05
80	6.8341875E-04	-7.0245925E-05
81	6.6977308E-04	-6.6286797E-05
82	6.5687361E-04	-6.2783907E-05
83	6.4462929E-04	-5.9734339E-05
84	6.3295024E-04	-5.7129338E-05
85	6.2174885E-04	-5.4954973E-05
86	6.1094079E-04	-5.3192486E-05
87	6.0044601E-04	-5.1817752E-05
88	5.9018943E-04	-5.0799265E-05



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 194 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

89 5.8010471E-04 -5.0096928E-05  
90 5.7013285E-04 -4.9661766E-05  
91 5.6022603E-04 -4.9436168E-05  
92 5.5034883E-04 -4.9353835E-05  
93 5.4245343E-04 -4.9342490E-05



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 195 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 1

0\_L  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 3.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACTOR ZPL
1 D 0.000 0.0000	0.000	-8.3362E-03	0.000	0.000	0.000	0.000	PASSIVE	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
2 D 1.136 0.0000	0.2271	-8.1427E-03	3.862	1.136	3.862	1.619	UL-RL	1.1582E+04	-0.2000	0.000	1.000	1.000
3 D 2.341 0.0000	0.4681	-7.9491E-03	8.005	2.341	8.005	3.238	UL-RL	1.1582E+04	-0.4000	0.000	1.000	1.000
4 D 3.630 0.0000	0.7261	-7.7556E-03	12.44	3.630	12.44	4.856	UL-RL	1.1582E+04	-0.6000	0.000	1.000	1.000
5 D 4.961 0.0000	0.9922	-7.5621E-03	17.02	4.961	17.02	6.475	UL-RL	1.1582E+04	-0.8000	0.000	1.000	1.000
6 D 6.293 0.0000	1.259	-7.3686E-03	21.60	6.293	21.60	8.094	UL-RL	1.1582E+04	-1.000	0.000	1.000	1.000
7 D 7.726 0.0000	1.545	-7.1751E-03	26.52	7.726	26.52	9.713	UL-RL	1.1582E+04	-1.200	0.000	1.000	1.000
8 D 9.183 0.0000	1.837	-6.9818E-03	31.53	9.183	31.53	11.33	UL-RL	1.1582E+04	-1.400	0.000	1.000	1.000
9 D 10.57 0.0000	2.113	-6.7887E-03	36.29	10.57	36.29	12.95	UL-RL	1.1582E+04	-1.600	0.000	1.000	1.000
10 D 11.90 0.0000	2.380	-6.5958E-03	40.87	11.90	40.87	14.57	UL-RL	1.1582E+04	-1.800	0.000	1.000	1.000
11 D 13.19 0.0000	2.638	-6.4033E-03	45.32	13.19	45.32	16.19	UL-RL	1.1582E+04	-2.000	0.000	1.000	1.000
12 D 14.46 0.0000	2.891	-6.2114E-03	49.66	14.46	49.66	17.81	UL-RL	1.1582E+04	-2.200	0.000	1.000	1.000
13 D 15.70 0.0000	3.139	-6.0201E-03	53.93	15.70	53.93	19.43	UL-RL	1.1582E+04	-2.400	0.000	1.000	1.000
14 D 16.92 0.0000	3.384	-5.8298E-03	58.13	16.92	58.13	21.04	UL-RL	1.1582E+04	-2.600	0.000	1.000	1.000
15 D 18.13 0.0000	3.625	-5.6407E-03	62.28	18.13	62.28	22.66	UL-RL	1.1582E+04	-2.800	0.000	1.000	1.000
16 D 19.22 0.0000	3.844	-5.4531E-03	66.05	19.22	66.05	24.28	UL-RL	1.1582E+04	-3.000	0.000	1.000	1.000
17 D 20.41 0.0000	4.083	-5.2674E-03	70.15	20.41	70.15	25.90	ACTIVE	0.000	-3.200	0.000	1.000	1.000
18 D 21.60 0.0000	4.319	-5.0838E-03	74.21	21.60	74.21	27.52	ACTIVE	0.000	-3.400	0.000	1.000	1.000
19 D 22.77 0.0000	4.554	-4.9030E-03	78.25	22.77	78.25	29.14	ACTIVE	0.000	-3.600	0.000	1.000	1.000
20 D 23.94 0.0000	4.788	-4.7254E-03	82.27	23.94	82.27	30.76	ACTIVE	0.000	-3.800	0.000	1.000	1.000
21 D 25.10 0.0000	5.021	-4.5515E-03	86.27	25.10	86.27	32.38	ACTIVE	0.000	-4.000	0.000	1.000	1.000
22 D 26.26 0.0000	5.252	-4.3820E-03	90.24	26.26	90.24	33.99	ACTIVE	0.000	-4.200	0.000	1.000	1.000
23 D 27.41 0.0000	5.483	-4.2176E-03	94.21	27.41	94.21	35.61	ACTIVE	0.000	-4.400	0.000	1.000	1.000
24 D 28.56 0.0000	5.713	-4.0591E-03	98.16	28.56	98.16	37.23	ACTIVE	0.000	-4.600	0.000	1.000	1.000
25 D 29.71 0.0000	5.942	-3.9071E-03	102.1	29.71	102.1	38.85	ACTIVE	0.000	-4.800	0.000	1.000	1.000
26 D 30.79 0.0000	6.159	-3.7627E-03	105.8	30.79	105.8	40.47	ACTIVE	0.000	-5.000	0.000	1.000	1.000

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud  
 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
 Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 196 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

27 D	6.387	-3.6267E-03	109.7	31.94	109.7	42.09	ACTIVE	0.000	-5.200	0.000	1.000	1.000
31.94	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
28 D	6.615	-3.4998E-03	113.7	33.08	113.7	43.71	ACTIVE	0.000	-5.400	0.000	1.000	1.000
33.08	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
29 D	6.843	-3.3829E-03	117.6	34.21	117.6	45.33	ACTIVE	0.000	-5.600	0.000	1.000	1.000
34.21	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
30 D	4.065	-3.2766E-03	121.5	35.35	121.5	46.95	ACTIVE	0.000	-5.800	0.000	1.000	1.000
35.35	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
31 D	0.7101	-3.2616E-03	122.0	35.50	122.0	47.19	ACTIVE	0.000	-5.830	0.000	1.000	1.000
35.50	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
32 D	3.733	-3.2567E-03	122.2	35.56	122.2	47.27	ACTIVE	0.000	-5.840	0.000	1.000	1.000
35.56	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
33 D	7.338	-3.1585E-03	126.1	36.69	126.1	48.89	ACTIVE	0.000	-6.040	0.000	1.000	1.000
36.69	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
34 D	7.565	-3.0619E-03	130.0	37.82	130.0	50.51	ACTIVE	0.000	-6.240	0.000	1.000	1.000
37.82	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
35 D	7.791	-2.9670E-03	133.9	38.95	133.9	52.13	ACTIVE	0.000	-6.440	0.000	1.000	1.000
38.95	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
36 D	8.017	-2.8738E-03	137.7	40.08	137.7	53.74	ACTIVE	0.000	-6.640	0.000	1.000	1.000
40.08	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
37 D	8.242	-2.7824E-03	141.6	41.21	141.6	55.36	ACTIVE	0.000	-6.840	0.000	1.000	1.000
41.21	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
38 D	10.96	-2.6929E-03	145.5	54.82	145.5	96.43	ACTIVE	0.000	-7.040	0.000	1.000	1.000
54.82	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
39 D	11.29	-2.6052E-03	149.5	56.45	149.5	99.91	ACTIVE	0.000	-7.240	0.000	1.000	1.000
56.45	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
40 D	11.72	-2.5195E-03	152.7	57.77	152.7	101.0	ACTIVE	0.000	-7.440	0.8416	1.000	1.000
58.62	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
41 D	12.30	-2.4357E-03	154.9	58.67	154.9	101.4	ACTIVE	0.000	-7.640	2.838	1.000	1.000
61.51	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
42 D	12.88	-2.3538E-03	157.0	59.56	157.0	101.9	ACTIVE	0.000	-7.840	4.835	1.000	1.000
64.39	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
43 D	13.45	-2.2740E-03	159.1	60.39	159.1	102.3	ACTIVE	0.000	-8.040	6.832	1.000	1.000
67.23	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
44 D	14.02	-2.1961E-03	161.2	61.28	161.2	102.9	ACTIVE	0.000	-8.240	8.829	1.000	1.000
70.11	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
45 D	14.60	-2.1203E-03	163.4	62.17	163.4	104.1	ACTIVE	0.000	-8.440	10.83	1.000	1.000
73.00	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
46 D	15.18	-2.0465E-03	165.5	63.06	165.5	105.2	ACTIVE	0.000	-8.640	12.82	1.000	1.000
75.88	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
47 D	15.75	-1.9748E-03	167.7	63.95	167.7	106.3	ACTIVE	0.000	-8.840	14.82	1.000	1.000
78.77	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
48 D	16.33	-1.9051E-03	169.8	64.83	169.8	107.6	ACTIVE	0.000	-9.040	16.82	1.000	1.000
81.65	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
49 D	16.91	-1.8375E-03	172.0	65.72	172.0	109.2	ACTIVE	0.000	-9.240	18.81	1.000	1.000
84.53	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
50 D	17.48	-1.7719E-03	174.1	66.60	174.1	110.9	ACTIVE	0.000	-9.440	20.81	1.000	1.000
87.41	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
51 D	18.06	-1.7085E-03	176.3	67.49	176.3	112.6	ACTIVE	0.000	-9.640	22.81	1.000	1.000
90.29	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
52 D	18.63	-1.6471E-03	178.4	68.37	178.4	114.2	ACTIVE	0.000	-9.840	24.80	1.000	1.000
93.17	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
53 D	19.20	-1.5878E-03	180.4	69.21	180.4	115.8	ACTIVE	0.000	-10.04	26.80	1.000	1.000
96.01	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
54 D	19.78	-1.5305E-03	182.6	70.09	182.6	117.5	ACTIVE	0.000	-10.24	28.80	1.000	1.000
98.89	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
55 D	20.35	-1.4753E-03	184.7	70.98	184.7	119.2	ACTIVE	0.000	-10.44	30.79	1.000	1.000
101.8	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
56 D	20.93	-1.4221E-03	186.9	71.86	186.9	120.9	ACTIVE	0.000	-10.64	32.79	1.000	1.000
104.6	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
57 D	21.50	-1.3709E-03	189.0	72.74	189.0	122.6	ACTIVE	0.000	-10.84	34.79	1.000	1.000
107.5	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
58 D	22.08	-1.3218E-03	191.1	73.62	191.1	124.3	ACTIVE	0.000	-11.04	36.78	1.000	1.000
110.4	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
59 D	22.66	-1.2746E-03	193.3	74.50	193.3	125.9	ACTIVE	0.000	-11.24	38.78	1.000	1.000
113.3	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
60 D	23.22	-1.2294E-03	195.2	75.30	195.2	127.5	ACTIVE	0.000	-11.44	40.78	1.000	1.000
116.1	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
61 D	23.78	-1.1862E-03	197.2	76.11	197.2	129.1	ACTIVE	0.000	-11.64	42.77	1.000	1.000





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 198 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 2

O\_R  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 3.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACOR ZPL
1	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	0.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-0.2000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.4000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-0.6000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-0.8000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-1.000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-1.400	0.000	1.000	1.000
5	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-1.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-1.800	0.000	1.000	1.000
6	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-2.200	0.000	1.000	1.000
7	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-2.600	0.000	1.000	1.000
8	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-2.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-3.000	0.000	1.000	1.000
9	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-3.400	0.000	1.000	1.000
10	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-3.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-3.800	0.000	1.000	1.000
11	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-4.200	0.000	1.000	1.000
12	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-4.600	0.000	1.000	1.000
13	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-4.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-5.000	0.000	1.000	1.000
14	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-5.400	0.000	1.000	1.000
15	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-5.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-5.800	0.000	1.000	1.000
16	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-6.200	0.000	1.000	1.000
17	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-6.600	0.000	1.000	1.000
18	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-6.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-7.000	0.000	1.000	1.000
19	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-7.200	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-7.400	0.000	1.000	1.000
20	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-7.600	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-7.800	0.000	1.000	1.000
21	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-8.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-8.200	0.000	1.000	1.000
22	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-8.400	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-8.600	0.000	1.000	1.000
23	0.000	--	--	--	--	--	REMOVED	--	-8.800	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	not available	--	REMOVED	--	-9.000	0.000	1.000	1.000
24 D	2.806	4.0591E-03	3.420	14.03	3.420	14.03	PASSIVE	0.000	-4.600	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25 D	5.923	3.9071E-03	7.220	29.62	7.220	29.62	PASSIVE	0.000	-4.800	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26 D	9.041	3.7627E-03	11.02	45.20	11.02	45.20	PASSIVE	0.000	-5.000	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27 D	11.97	3.6267E-03	14.82	59.87	14.82	59.87	V-C	5966.	-5.200	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28 D	11.96	3.4998E-03	18.62	59.79	18.62	59.79	V-C	5966.	-5.400	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29 D	11.95	3.3829E-03	22.42	59.77	22.42	59.77	V-C	5966.	-5.600	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30 D	6.879	3.2766E-03	26.22	59.81	26.22	59.81	V-C	5966.	-5.800	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31 D	1.197	3.2616E-03	26.79	59.83	26.79	59.83	V-C	5966.	-5.830	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32 D	6.282	3.2567E-03	26.98	59.83	26.98	59.83	V-C	5966.	-5.840	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
33 D	11.98	3.1585E-03	30.78	59.92	30.78	59.92	V-C	5966.	-6.040	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34 D	12.01	3.0619E-03	34.58	60.03	34.58	60.03	V-C	5966.	-6.240	0.000	1.000	1.000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000







**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 200 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

69 D 151.1 0.0000	30.21 0.000	9.0677E-04 0.000	118.0 4.000	92.46 4.000	118.0 Ecla_2275133_2369142_I_0	92.46	V-C	5797. 0.0000	-13.24 0.0000	58.59 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
70 D 154.2 0.0000	30.84 0.000	8.7958E-04 0.000	120.1 4.000	93.62 4.000	120.1 Ecla_2275133_2369142_I_0	93.62	V-C	5797. 0.0000	-13.44 0.0000	60.60 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
71 D 157.4 0.0000	31.48 0.000	8.5395E-04 0.000	122.1 4.000	94.80 4.000	122.1 Ecla_2275133_2369142_I_0	94.80	V-C	5797. 0.0000	-13.64 0.0000	62.60 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
72 D 160.6 0.0000	32.12 0.000	8.2984E-04 0.000	124.2 4.000	95.99 4.000	124.2 Ecla_2275133_2369142_I_0	95.99	V-C	5797. 0.0000	-13.84 0.0000	64.60 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
73 D 163.8 0.0000	32.76 0.000	8.0718E-04 0.000	126.3 4.000	97.19 4.000	126.3 Ecla_2275133_2369142_I_0	97.19	V-C	5797. 0.0000	-14.04 0.0000	66.61 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
74 D 167.0 0.0000	33.40 0.000	7.8591E-04 0.000	128.4 4.000	98.40 4.000	128.4 Ecla_2275133_2369142_I_0	98.40	V-C	5797. 0.0000	-14.24 0.0000	68.61 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
75 D 170.2 0.0000	34.05 0.000	7.6596E-04 0.000	130.5 4.000	99.62 4.000	130.5 Ecla_2275133_2369142_I_0	99.62	V-C	5797. 0.0000	-14.44 0.0000	70.61 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
76 D 173.5 0.0000	34.69 0.000	7.4726E-04 0.000	132.6 4.000	100.9 4.000	132.6 Ecla_2275133_2369142_I_0	100.9	V-C	5797. 0.0000	-14.64 0.0000	72.62 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
77 D 176.7 0.0000	35.34 0.000	7.2974E-04 0.000	134.7 4.000	102.1 4.000	134.7 Ecla_2275133_2369142_I_0	102.1	V-C	5797. 0.0000	-14.84 0.0000	74.62 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
78 D 180.0 0.0000	35.99 0.000	7.1331E-04 0.000	136.8 4.000	103.3 4.000	136.8 Ecla_2275133_2369142_I_0	103.3	V-C	5797. 0.0000	-15.04 0.0000	76.62 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
79 D 183.2 0.0000	36.64 0.000	6.9790E-04 0.000	138.9 4.000	104.6 4.000	138.9 Ecla_2275133_2369142_I_0	104.6	V-C	5797. 0.0000	-15.24 0.0000	78.63 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
80 D 186.5 0.0000	37.30 0.000	6.8342E-04 0.000	141.0 4.000	105.9 4.000	141.0 Ecla_2275133_2369142_I_0	105.9	V-C	5797. 0.0000	-15.44 0.0000	80.63 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
81 D 189.8 0.0000	37.95 0.000	6.6977E-04 0.000	143.1 4.000	107.1 4.000	143.1 Ecla_2275133_2369142_I_0	107.1	V-C	5797. 0.0000	-15.64 0.0000	82.63 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
82 D 193.0 0.0000	38.61 0.000	6.5687E-04 0.000	145.2 4.000	108.4 4.000	145.2 Ecla_2275133_2369142_I_0	108.4	V-C	5797. 0.0000	-15.84 0.0000	84.64 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
83 D 196.3 0.0000	39.26 0.000	6.4463E-04 0.000	147.3 4.000	109.7 4.000	147.3 Ecla_2275133_2369142_I_0	109.7	V-C	5797. 0.0000	-16.04 0.0000	86.64 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
84 D 199.6 0.0000	39.92 0.000	6.3295E-04 0.000	149.4 4.000	111.0 4.000	149.4 Ecla_2275133_2369142_I_0	111.0	V-C	5797. 0.0000	-16.24 0.0000	88.64 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
85 D 202.9 0.0000	40.58 0.000	6.2175E-04 0.000	151.5 4.000	112.2 4.000	151.5 Ecla_2275133_2369142_I_0	112.2	V-C	5797. 0.0000	-16.44 0.0000	90.65 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
86 D 205.5 0.0000	41.10 0.000	6.1094E-04 0.000	153.6 4.000	112.9 4.000	153.6 Ecla_2275133_2369142_I_0	113.7	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-16.64 0.0000	92.65 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
87 D 206.5 0.0000	41.30 0.000	6.0045E-04 0.000	155.7 4.000	111.9 4.000	155.7 Ecla_2275133_2369142_I_0	115.5	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-16.84 0.0000	94.65 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
88 D 207.5 0.0000	41.50 0.000	5.9019E-04 0.000	157.8 4.000	110.9 4.000	157.8 Ecla_2275133_2369142_I_0	117.3	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-17.04 0.0000	96.66 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
89 D 208.5 0.0000	41.71 0.000	5.8010E-04 0.000	159.9 4.000	109.9 4.000	159.9 Ecla_2275133_2369142_I_0	119.0	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-17.24 0.0000	98.66 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
90 D 209.5 0.0000	41.91 0.000	5.7013E-04 0.000	162.0 4.000	108.9 4.000	162.0 Ecla_2275133_2369142_I_0	120.8	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-17.44 0.0000	100.7 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
91 D 210.6 0.0000	42.11 0.000	5.6023E-04 0.000	164.1 4.000	107.9 4.000	164.1 Ecla_2275133_2369142_I_0	122.6	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-17.64 0.0000	102.7 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
92 D 211.6 0.0000	38.09 0.000	5.5035E-04 0.000	166.2 4.000	106.9 4.000	166.2 Ecla_2275133_2369142_I_0	124.4	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-17.84 0.0000	104.7 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000
93 D 212.4 0.0000	16.99 0.000	5.4245E-04 0.000	167.9 4.000	106.1 4.000	167.9 Ecla_2275133_2369142_I_0	125.8	UL-RL	3.2462E+04 0.0000	-18.00 0.0000	106.3 0.0000	1.000 0.0000	1.000 0.0000



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 201 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   3

Pali\_30  
ELEMENT TYPE   2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP   62  
C U R R E N T   T I M E   I S   3.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	39.843	-39.843	-156.20	156.59
2	42.704	-42.704	-177.86	186.40
3	38.057	-38.057	-186.40	194.01
4	33.617	-33.617	-194.01	200.73
5	29.380	-29.380	-200.73	206.61
6	25.345	-25.345	-206.61	211.68
7	21.508	-21.508	-211.68	215.98
8	18.834	-18.834	-215.98	219.74
9	16.646	-16.646	-219.74	223.07
10	14.954	-14.954	-223.07	226.07
11	13.583	-13.583	-226.07	228.78
12	12.091	-12.091	-228.78	231.20
13	10.291	-10.291	-231.20	233.26
14	8.5421	-8.5421	-233.26	234.97
15	6.8415	-6.8415	-234.97	236.33
16	5.1868	-5.1868	-236.33	237.37
17	3.5756	-3.5756	-237.37	238.09
18	2.0056	-2.0056	-238.09	238.49
19	0.47416	-0.47416	-238.49	238.58
20	-1.0212	1.0212	-238.58	238.38
21	-2.4778	2.4778	-238.38	237.88
22	-3.8936	3.8936	-237.88	237.10
23	-5.2805	5.2805	-237.10	236.05
24	-6.6330	6.6330	-236.05	234.72
25	-7.9544	7.9544	-234.72	233.13
26	-9.2480	9.2480	-233.13	231.28
27	-10.556	10.556	-231.28	229.17
28	-11.890	11.890	-229.17	226.79
29	-13.253	13.253	-226.79	224.14
30	-14.663	14.663	-224.14	221.21
31	-16.121	16.121	-221.21	217.99
32	-17.631	17.631	-217.99	214.46
33	-19.194	19.194	-214.46	210.62
34	-20.815	20.815	-210.62	206.46
35	-22.494	22.494	-206.46	201.96
36	-24.235	24.235	-201.96	197.11
37	-26.041	26.041	-197.11	191.90
38	-27.912	27.912	-191.90	186.32
39	-29.853	29.853	-186.32	180.35
40	-31.865	31.865	-180.35	173.98
41	-33.950	33.950	-173.98	167.19
42	-36.110	36.110	-167.19	159.97
43	-38.348	38.348	-159.97	152.30
44	-40.665	40.665	-152.30	144.16
45	-43.062	43.062	-144.16	135.55
46	-45.543	45.543	-135.55	126.44
47	-48.108	48.108	-126.44	116.82
48	-50.309	50.309	-116.82	106.76
49	-51.774	51.774	-106.76	96.404
50	-52.511	52.511	-96.404	85.901
51	-52.530	52.530	-85.901	75.395
52	-51.840	51.840	-75.395	65.027
53	-50.515	50.515	-65.027	54.924
54	-48.632	48.632	-54.924	45.198
55	-46.196	46.196	-45.198	35.959
56	-43.078	43.078	-35.959	27.343
57	-38.952	38.952	-27.343	19.552
58	-33.822	33.822	-19.552	12.788
59	-27.690	27.690	-12.788	7.2499
60	-20.558	20.558	-7.2499	3.1382
61	-12.426	12.426	-3.1382	0.65298
62	-4.0811	4.0811	-0.65298	8.14495E-11



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 202 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021    12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   4

parete\_2486921  
 ELEMENT TYPE    2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP    31  
 C U R R E N T    T I M E    I S                    3.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	-9.02996E-10	9.02996E-10	-9.02270E-11	5.93755E-11
2	0.22475	-0.22475	-9.56027E-11	4.49494E-02
3	0.69064	-0.69064	-4.49494E-02	0.18308
4	1.4147	-1.4147	-0.18308	0.46601
5	2.4050	-2.4050	-0.46601	0.94700
6	3.6618	-3.6618	-0.94700	1.6794
7	5.2055	-5.2055	-1.6794	2.7205
8	7.0406	-7.0406	-2.7205	4.1286
9	9.1527	-9.1527	-4.1286	5.9591
10	11.531	-11.531	-5.9591	8.2654
11	14.169	-14.169	-8.2654	11.099
12	17.059	-17.059	-11.099	14.511
13	20.198	-20.198	-14.511	18.550
14	23.581	-23.581	-18.550	23.267
15	27.206	-27.206	-23.267	28.708
16	31.050	-31.050	-28.708	34.918
17	35.133	-35.133	-34.918	41.944
18	39.452	-39.452	-41.944	49.835
19	44.006	-44.006	-49.835	58.636
20	48.794	-48.794	-58.636	68.395
21	53.815	-53.815	-68.395	79.158
22	59.067	-59.067	-79.158	90.971
23	64.550	-64.550	-90.971	103.88
24	67.457	-67.457	-103.88	117.37
25	67.476	-67.476	-117.37	130.87
26	64.594	-64.594	-130.87	143.79
27	59.007	-59.007	-143.79	155.59
28	53.664	-53.664	-155.59	166.32
29	48.552	-48.552	-166.32	176.03
30	45.739	-45.739	-176.03	177.40
31	5.4098	-5.4098	-21.208	21.262

```

ITER    0  RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000
         RINORM=0.2957E+06    RIMNOR=0.4606E+07
         RENORM= 27.66    REMNOR=0.2347E-14    RATIO =0.9672E-02    TOLER =0.1000E-03    NOT CONVERGED
         RFXMAX = 67.48    RFXMAX = 238.6
         RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-02
         RDT =0.2957E+06    RDR =0.4606E+07
         RATIO=0.9672E-02    RATIO= 0.000
         MAX UN=0.3438E-07    IEQ=    64 NODE            32 DOF    2    X-ROT. F
         MIN UN=-.7143    IEQ=    117 NODE            59 DOF    1    Y-DISPL.F
         NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS            0

```

```

ITER    2  RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000
         RINORM=0.2957E+06    RIMNOR=0.4606E+07
         RENORM=0.1356E-02    REMNOR=0.1150E-13    RATIO =0.6773E-04    TOLER =0.1000E-03    CONVERGED !
         RFXMAX = 67.48    RFXMAX = 238.6
         RTSMAL=0.1000E-03    RMSMAL=0.1000E-02
         RDT =0.2957E+06    RDR =0.4606E+07
         RATIO=0.6773E-04    RATIO= 0.000
         MAX UN=0.1462E-04    IEQ=    61 NODE            31 DOF    1    Y-DISPL.F
         MIN UN=-.3513E-01    IEQ=    3 NODE            2 DOF    1    Y-DISPL.F
         NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS            0

```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 203 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE  2021.0.0  FULL VERSION  *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----
  
```

New Project  
 SOLUTION REACHED USING 2 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 4 ( AT TIME 4.000 ) SUBINCREMENT 00001/00001

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

	Y-DISPL.F 02	X-ROT. F 04
1	8.2332173E-03	-9.7045493E-04
2	8.0391263E-03	-9.7045493E-04
3	7.8450363E-03	-9.7044008E-04
4	7.6509537E-03	-9.7037339E-04
5	7.4568939E-03	-9.7020322E-04
6	7.2628838E-03	-9.6986304E-04
7	7.0689654E-03	-9.6927143E-04
8	6.8751984E-03	-9.6833191E-04
9	6.6816633E-03	-9.6693280E-04
10	6.4884644E-03	-9.6494731E-04
11	6.2957329E-03	-9.6223371E-04
12	6.1036299E-03	-9.5863545E-04
13	5.9123491E-03	-9.5398127E-04
14	5.7221202E-03	-9.4808530E-04
15	5.5332111E-03	-9.4074711E-04
16	5.3459318E-03	-9.3175180E-04
17	5.1606353E-03	-9.2087011E-04
18	4.9777248E-03	-9.0785870E-04
19	4.7976509E-03	-8.9245973E-04
20	4.6209182E-03	-8.7440111E-04
21	4.4480878E-03	-8.5339660E-04
22	4.2797769E-03	-8.2914540E-04
23	4.1166670E-03	-8.0133287E-04
24	3.9595031E-03	-7.6963009E-04
25	3.8090916E-03	-7.3377871E-04
26	3.6662740E-03	-6.9369082E-04
27	3.5318918E-03	-6.4946432E-04
28	3.4067464E-03	-6.0137626E-04
29	3.2915749E-03	-5.4978379E-04
30	3.1870437E-03	-4.9502936E-04
31	3.1723192E-03	-4.8655974E-04
32	3.1674553E-03	-4.8622057E-04
33	3.0709944E-03	-4.7832965E-04
34	2.9761457E-03	-4.7010529E-04
35	2.8829718E-03	-4.6158835E-04
36	2.7915277E-03	-4.5281799E-04
37	2.7018594E-03	-4.4383162E-04
38	2.6140071E-03	-4.3466509E-04
39	2.5280036E-03	-4.2534584E-04
40	2.4438777E-03	-4.1589173E-04
41	2.3616554E-03	-4.0631664E-04
42	2.2813588E-03	-3.9663096E-04
43	2.2030097E-03	-3.8684458E-04
44	2.1266269E-03	-3.7696937E-04
45	2.0522270E-03	-3.6701849E-04
46	1.9798241E-03	-3.5700491E-04
47	1.9094287E-03	-3.4694124E-04
48	1.8410501E-03	-3.3684003E-04
49	1.7749444E-03	-3.2671358E-04
50	1.7103655E-03	-3.1657403E-04
51	1.6480649E-03	-3.0643335E-04
52	1.5877918E-03	-2.9630339E-04
53	1.5295412E-03	-2.8619547E-04
54	1.4733101E-03	-2.7612147E-04
55	1.4190896E-03	-2.6609247E-04
56	1.3668694E-03	-2.5611958E-04
57	1.3166373E-03	-2.4621381E-04
58	1.2683787E-03	-2.3638623E-04
59	1.2220768E-03	-2.2664821E-04
60	1.1777148E-03	-2.1701194E-04
61	1.1352668E-03	-2.0748858E-04
62	1.0947110E-03	-1.9809116E-04
63	1.0560210E-03	-1.8883268E-04
64	1.0191678E-03	-1.7972662E-04
65	9.8411929E-04	-1.7078695E-04
66	9.5084092E-04	-1.6202813E-04
67	9.1929498E-04	-1.5346520E-04
68	8.8944074E-04	-1.4511372E-04
69	8.6123432E-04	-1.3698985E-04
70	8.3462851E-04	-1.2911033E-04
71	8.0957274E-04	-1.2149252E-04
72	7.8601286E-04	-1.1415441E-04
73	7.6389108E-04	-1.0711466E-04
74	7.4314582E-04	-1.0039259E-04
75	7.2371154E-04	-9.4008188E-05
76	7.0551865E-04	-8.7982170E-05
77	6.8849335E-04	-8.2335955E-05
78	6.7255747E-04	-7.7091698E-05
79	6.5762848E-04	-7.2270342E-05
80	6.4362006E-04	-6.7888060E-05
81	6.3044333E-04	-6.3954676E-05
82	6.1800803E-04	-6.0473741E-05
83	6.0622384E-04	-5.7442609E-05
84	5.9500156E-04	-5.4852805E-05
85	5.8425421E-04	-5.2690684E-05
86	5.7389801E-04	-5.0937781E-05
87	5.6385340E-04	-4.9570277E-05
88	5.5404580E-04	-4.8556979E-05



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 204 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

89 5.4440916E-04 -4.7858113E-05  
90 5.3488483E-04 -4.7425039E-05  
91 5.2542524E-04 -4.7200492E-05  
92 5.1599513E-04 -4.7118531E-05  
93 5.0845737E-04 -4.7107236E-05



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 205 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 1

O\_I  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 4.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL *	FORCE	DISPL-Y	VERTICAL-P	HORIZON.-P	MAX-V-P	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS	Z-LEVEL	PORE	E FACTOR	UFACTOR
Peg	Su_a	Su_p	Coh_e_a	Coh_e_p	LAYER			ZFO	QS	QSL	ZD	ZPL
Kz												
1 D	0.000	-8.2332E-03	0.000	0.000	0.000	0.000	PASSIVE	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2 D	0.4292	-8.0391E-03	3.800	2.146	3.862	2.146	V-C	8686.	-0.2000	0.0000	1.000	1.000
2.146	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3 D	0.6807	-7.8450E-03	7.600	3.403	8.005	3.403	V-C	8686.	-0.4000	0.0000	1.000	1.000
3.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4 D	0.9231	-7.6510E-03	11.40	4.616	12.44	4.856	UL-RL	1.1582E+04	-0.6000	0.0000	1.000	1.000
4.616	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5 D	1.156	-7.4569E-03	15.20	5.781	17.02	6.475	UL-RL	1.1582E+04	-0.8000	0.0000	1.000	1.000
5.781	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6 D	1.389	-7.2629E-03	19.00	6.946	21.60	8.094	UL-RL	1.1582E+04	-1.0000	0.0000	1.000	1.000
6.946	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7 D	1.627	-7.0690E-03	22.80	8.133	26.52	9.713	UL-RL	1.1582E+04	-1.2000	0.0000	1.000	1.000
8.133	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8 D	1.865	-6.8752E-03	26.60	9.323	31.53	11.33	UL-RL	1.1582E+04	-1.4000	0.0000	1.000	1.000
9.323	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9 D	2.099	-6.6817E-03	30.40	10.50	36.29	12.95	UL-RL	1.1582E+04	-1.6000	0.0000	1.000	1.000
10.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10 D	2.332	-6.4885E-03	34.20	11.66	40.87	14.57	UL-RL	1.1582E+04	-1.8000	0.0000	1.000	1.000
11.66	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11 D	2.562	-6.2957E-03	38.00	12.81	45.32	16.19	UL-RL	1.1582E+04	-2.0000	0.0000	1.000	1.000
12.81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12 D	2.791	-6.1036E-03	41.80	13.96	49.66	17.81	UL-RL	1.1582E+04	-2.2000	0.0000	1.000	1.000
13.96	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13 D	3.019	-5.9123E-03	45.60	15.10	53.93	19.43	UL-RL	1.1582E+04	-2.4000	0.0000	1.000	1.000
15.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14 D	3.246	-5.7221E-03	49.40	16.23	58.13	21.04	UL-RL	1.1582E+04	-2.6000	0.0000	1.000	1.000
16.23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15 D	3.472	-5.5332E-03	53.20	17.36	62.28	22.66	UL-RL	1.1582E+04	-2.8000	0.0000	1.000	1.000
17.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16 D	3.693	-5.3459E-03	57.00	18.46	66.05	24.28	UL-RL	1.1582E+04	-3.0000	0.0000	1.000	1.000
18.46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17 D	3.917	-5.1606E-03	60.80	19.59	70.15	25.90	UL-RL	1.1582E+04	-3.2000	0.0000	1.000	1.000
19.59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18 D	4.141	-4.9777E-03	64.60	20.71	74.21	27.52	UL-RL	1.1582E+04	-3.4000	0.0000	1.000	1.000
20.71	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19 D	4.365	-4.7977E-03	68.40	21.82	78.25	29.14	UL-RL	1.1582E+04	-3.6000	0.0000	1.000	1.000
21.82	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20 D	4.587	-4.6209E-03	72.20	22.94	82.27	30.76	UL-RL	1.1582E+04	-3.8000	0.0000	1.000	1.000
22.94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21 D	4.809	-4.4481E-03	76.00	24.05	86.27	32.38	UL-RL	1.1582E+04	-4.0000	0.0000	1.000	1.000
24.05	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22 D	5.030	-4.2798E-03	79.80	25.15	90.24	33.99	UL-RL	1.1582E+04	-4.2000	0.0000	1.000	1.000
25.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23 D	5.251	-4.1167E-03	83.60	26.26	94.21	35.61	UL-RL	1.1582E+04	-4.4000	0.0000	1.000	1.000
26.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24 D	5.472	-3.9595E-03	87.40	27.36	98.16	37.23	UL-RL	1.1582E+04	-4.6000	0.0000	1.000	1.000
27.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25 D	5.692	-3.8091E-03	91.20	28.46	102.1	38.85	UL-RL	1.1582E+04	-4.8000	0.0000	1.000	1.000
28.46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26 D	5.909	-3.6663E-03	95.00	29.54	105.8	40.47	UL-RL	1.1582E+04	-5.0000	0.0000	1.000	1.000
29.54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 206 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

27 D	6.128	-3.5319E-03	98.80	30.64	109.7	42.09	UL-RL	1.1582E+04	-5.200	0.000	1.000	1.000
30.64	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
28 D	6.347	-3.4067E-03	102.6	31.74	113.7	43.71	UL-RL	1.1582E+04	-5.400	0.000	1.000	1.000
31.74	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
29 D	6.566	-3.2916E-03	106.4	32.83	117.6	45.33	UL-RL	1.1582E+04	-5.600	0.000	1.000	1.000
32.83	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
30 D	3.902	-3.1870E-03	110.2	33.93	121.5	46.95	UL-RL	1.1582E+04	-5.800	0.000	1.000	1.000
33.93	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
31 D	0.6817	-3.1723E-03	110.8	34.09	122.0	47.19	UL-RL	1.1582E+04	-5.830	0.000	1.000	1.000
34.09	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
32 D	3.585	-3.1675E-03	111.0	34.14	122.2	47.27	UL-RL	1.1582E+04	-5.840	0.000	1.000	1.000
34.14	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
33 D	7.047	-3.0710E-03	114.8	35.23	126.1	48.89	UL-RL	1.1582E+04	-6.040	0.000	1.000	1.000
35.23	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
34 D	7.266	-2.9761E-03	118.6	36.33	130.0	50.51	UL-RL	1.1582E+04	-6.240	0.000	1.000	1.000
36.33	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
35 D	7.484	-2.8830E-03	122.4	37.42	133.9	52.13	UL-RL	1.1582E+04	-6.440	0.000	1.000	1.000
37.42	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
36 D	7.703	-2.7915E-03	126.2	38.51	137.7	53.74	UL-RL	1.1582E+04	-6.640	0.000	1.000	1.000
38.51	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
37 D	7.922	-2.7019E-03	130.0	39.61	141.6	55.36	UL-RL	1.1582E+04	-6.840	0.000	1.000	1.000
39.61	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
38 D	10.84	-2.6140E-03	133.8	54.19	145.5	96.43	UL-RL	3.4769E+04	-7.040	0.000	1.000	1.000
54.19	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
39 D	11.15	-2.5280E-03	137.7	55.75	149.5	99.91	UL-RL	3.4769E+04	-7.240	0.000	1.000	1.000
55.75	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
40 D	11.57	-2.4439E-03	140.8	57.00	152.7	101.0	UL-RL	3.4769E+04	-7.440	0.8416	1.000	1.000
57.84	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
41 D	12.13	-2.3617E-03	142.9	57.82	154.9	101.4	UL-RL	3.4769E+04	-7.640	2.838	1.000	1.000
60.66	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
42 D	12.70	-2.2814E-03	145.0	58.64	157.0	101.9	UL-RL	3.4769E+04	-7.840	4.835	1.000	1.000
63.48	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
43 D	13.26	-2.2030E-03	147.1	59.45	159.1	102.3	UL-RL	3.4769E+04	-8.040	6.832	1.000	1.000
66.28	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
44 D	13.82	-2.1266E-03	149.2	60.27	161.2	102.9	UL-RL	3.4769E+04	-8.240	8.829	1.000	1.000
69.10	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
45 D	14.38	-2.0522E-03	151.3	61.09	163.4	104.1	UL-RL	3.4769E+04	-8.440	10.83	1.000	1.000
71.92	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
46 D	14.95	-1.9798E-03	153.4	61.92	165.5	105.2	UL-RL	3.4769E+04	-8.640	12.82	1.000	1.000
74.74	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
47 D	15.51	-1.9094E-03	155.5	62.75	167.7	106.3	UL-RL	3.4769E+04	-8.840	14.82	1.000	1.000
77.57	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
48 D	16.08	-1.8411E-03	157.6	63.57	169.8	107.6	UL-RL	3.4769E+04	-9.040	16.82	1.000	1.000
80.39	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
49 D	16.64	-1.7747E-03	159.8	64.40	172.0	109.2	UL-RL	3.4769E+04	-9.240	18.81	1.000	1.000
83.22	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
50 D	17.21	-1.7104E-03	161.9	65.23	174.1	110.9	UL-RL	3.4769E+04	-9.440	20.81	1.000	1.000
86.04	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
51 D	17.77	-1.6481E-03	164.0	66.07	176.3	112.6	UL-RL	3.4769E+04	-9.640	22.81	1.000	1.000
88.87	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
52 D	18.34	-1.5878E-03	166.1	66.90	178.4	114.2	UL-RL	3.4769E+04	-9.840	24.80	1.000	1.000
91.70	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
53 D	18.90	-1.5295E-03	168.2	67.72	180.4	115.8	UL-RL	3.4769E+04	-10.04	26.80	1.000	1.000
94.52	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
54 D	19.47	-1.4733E-03	170.3	68.56	182.6	117.5	UL-RL	3.4769E+04	-10.24	28.80	1.000	1.000
97.35	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
55 D	20.04	-1.4191E-03	172.4	69.39	184.7	119.2	UL-RL	3.4769E+04	-10.44	30.79	1.000	1.000
100.2	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
56 D	20.60	-1.3669E-03	174.5	70.23	186.9	120.9	UL-RL	3.4769E+04	-10.64	32.79	1.000	1.000
103.0	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
57 D	21.17	-1.3166E-03	176.6	71.07	189.0	122.6	UL-RL	3.4769E+04	-10.84	34.79	1.000	1.000
105.9	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
58 D	21.74	-1.2684E-03	178.7	71.91	191.1	124.3	UL-RL	3.4769E+04	-11.04	36.78	1.000	1.000
108.7	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
59 D	22.31	-1.2221E-03	180.8	72.75	193.3	125.9	UL-RL	3.4769E+04	-11.24	38.78	1.000	1.000
111.5	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
60 D	22.87	-1.1777E-03	182.9	73.57	195.2	127.5	UL-RL	3.4769E+04	-11.44	40.78	1.000	1.000
114.4	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
61 D	23.43	-1.1353E-03	185.0	74.40	197.2	129.1	UL-RL	3.4769E+04				













## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 211 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	----------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 3

Pali\_30

ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 62  
C U R R E N T T I M E I S 4.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	38.217	-38.217	-155.98	156.37
2	40.783	-40.783	-177.60	185.75
3	35.984	-35.984	-185.75	192.95
4	31.381	-31.381	-192.95	199.23
5	26.972	-26.972	-199.23	204.62
6	22.753	-22.753	-204.62	209.17
7	18.724	-18.724	-209.17	212.92
8	16.437	-16.437	-212.92	216.20
9	14.611	-14.611	-216.20	219.13
10	13.255	-13.255	-219.13	221.78
11	12.195	-12.195	-221.78	224.22
12	10.990	-10.990	-224.22	226.41
13	9.4613	-9.4613	-226.41	228.31
14	7.9605	-7.9605	-228.31	229.90
15	6.4858	-6.4858	-229.90	231.20
16	5.0356	-5.0356	-231.20	232.20
17	3.6082	-3.6082	-232.20	232.92
18	2.2020	-2.2020	-232.92	233.37
19	0.81497	-0.81497	-233.37	233.53
20	-0.55455	0.55455	-233.53	233.42
21	-1.9033	1.9033	-233.42	233.04
22	-3.2284	3.2284	-233.04	232.39
23	-4.5352	4.5352	-232.39	231.48
24	-5.8237	5.8237	-231.48	230.32
25	-7.0965	7.0965	-230.32	228.90
26	-8.3564	8.3564	-228.90	227.23
27	-9.6451	9.6451	-227.23	225.30
28	-10.973	10.973	-225.30	223.10
29	-12.344	12.344	-223.10	220.64
30	-13.763	13.763	-220.64	217.88
31	-15.233	15.233	-217.88	214.84
32	-16.756	16.756	-214.84	211.49
33	-18.335	18.335	-211.49	207.82
34	-19.972	19.972	-207.82	203.82
35	-21.669	21.669	-203.82	199.49
36	-23.429	23.429	-199.49	194.80
37	-25.255	25.255	-194.80	189.75
38	-27.148	27.148	-189.75	184.32
39	-29.110	29.110	-184.32	178.50
40	-31.145	31.145	-178.50	172.27
41	-33.253	33.253	-172.27	165.62
42	-35.438	35.438	-165.62	158.54
43	-37.701	37.701	-158.54	150.99
44	-40.044	40.044	-150.99	142.99
45	-42.468	42.468	-142.99	134.49
46	-44.976	44.976	-134.49	125.50
47	-47.568	47.568	-125.50	115.98
48	-49.798	49.798	-115.98	106.02
49	-51.292	51.292	-106.02	95.766
50	-52.060	52.060	-95.766	85.354
51	-52.109	52.109	-85.354	74.932
52	-51.451	51.451	-74.932	64.642
53	-50.158	50.158	-64.642	54.610
54	-48.309	48.309	-54.610	44.948
55	-45.907	45.907	-44.948	35.767
56	-42.825	42.825	-35.767	27.202
57	-38.736	38.736	-27.202	19.455
58	-33.644	33.644	-19.455	12.726
59	-27.551	27.551	-12.726	7.2157
60	-20.459	20.459	-7.2157	3.1239
61	-12.369	12.369	-3.1239	0.65011
62	-4.0632	4.0632	-0.65011	2.41513E-11



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 212 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 4

parete\_2486921  
 ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
 C U R R E N T T I M E I S 4.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	-1.12361E-09	1.12361E-09	-1.15242E-10	3.48120E-11
2	0.46429	-0.46429	-1.32643E-10	9.28574E-02
3	1.1560	-1.1560	-9.28574E-02	0.32406
4	2.0791	-2.0791	-0.32406	0.73988
5	3.2354	-3.2354	-0.73988	1.3870
6	4.6247	-4.6247	-1.3870	2.3119
7	6.2512	-6.2512	-2.3119	3.5621
8	8.1157	-8.1157	-3.5621	5.1853
9	10.215	-10.215	-5.1853	7.2283
10	12.546	-12.546	-7.2283	9.7376
11	15.109	-15.109	-9.7376	12.759
12	17.900	-17.900	-12.759	16.339
13	20.919	-20.919	-16.339	20.523
14	24.165	-24.165	-20.523	25.356
15	27.637	-27.637	-25.356	30.884
16	31.330	-31.330	-30.884	37.150
17	35.248	-35.248	-37.150	44.199
18	39.389	-39.389	-44.199	52.077
19	43.754	-43.754	-52.077	60.828
20	48.341	-48.341	-60.828	70.496
21	53.150	-53.150	-70.496	81.126
22	58.180	-58.180	-81.126	92.762
23	63.432	-63.432	-92.762	105.45
24	66.256	-66.256	-105.45	118.70
25	66.181	-66.181	-118.70	131.94
26	63.202	-63.202	-131.94	144.58
27	57.507	-57.507	-144.58	156.08
28	52.044	-52.044	-156.08	166.49
29	46.801	-46.801	-166.49	175.85
30	43.906	-43.906	-175.85	177.16
31	5.1890	-5.1890	-21.179	21.231

ITER 0 RNORM = 951.1 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.2880E+06 RIMNOR=0.4484E+07  
 RENORM= 978.0 REMNOR=0.1150E-13 RATIO =0.5827E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 66.26 RMMAX = 233.5  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-02  
 RDT =0.2880E+06 RDR =0.4484E+07  
 RATIO=0.5827E-01 RATIO= 0.000  
 MAX UN= 4.705 IEQ= 53 NODE 27 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.9583E-09 IEQ= 60 NODE 30 DOF 2 X-ROT. F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 2 RNORM = 951.1 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.2880E+06 RIMNOR=0.4484E+07  
 RENORM= 538.3 REMNOR=0.1217E-14 RATIO =0.4323E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 66.26 RMMAX = 233.5  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-02  
 RDT =0.2880E+06 RDR =0.4484E+07  
 RATIO=0.4323E-01 RATIO= 0.000  
 MAX UN= 5.357 IEQ= 75 NODE 38 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.3132E-07 IEQ= 64 NODE 32 DOF 2 X-ROT. F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 3 RNORM = 951.1 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.2880E+06 RIMNOR=0.4484E+07  
 RENORM= 127.1 REMNOR=0.4951E-12 RATIO =0.2101E-01 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 66.26 RMMAX = 233.5  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-02  
 RDT =0.2880E+06 RDR =0.4484E+07  
 RATIO=0.2101E-01 RATIO= 0.000  
 MAX UN= 8.449 IEQ= 55 NODE 28 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.1529E-07 IEQ= 91 NODE 46 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 4 RNORM = 951.1 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.2880E+06 RIMNOR=0.4484E+07  
 RENORM=0.7547E-01 REMNOR=0.2539E-14 RATIO =0.5119E-03 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
 RFXMAX = 66.26 RMMAX = 233.5  
 RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-02  
 RDT =0.2880E+06 RDR =0.4484E+07  
 RATIO=0.5119E-03 RATIO= 0.000  
 MAX UN=0.2500 IEQ= 65 NODE 33 DOF 1 Y-DISPL.F  
 MIN UN=-.1138 IEQ= 185 NODE 93 DOF 1 Y-DISPL.F  
 NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 5 RNORM = 951.1 RMNORM= 0.000  
 RINORM=0.2880E+06 RIMNOR=0.4484E+07  
 RENORM=0.7007E-04 REMNOR=0.5262E-13 RATIO =0.1560E-04 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !  
 RFXMAX = 66.26 RMMAX = 233.5



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 213 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```
RISMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-02
RDT =0.2880E+06 RDR =0.4484E+07
RATIOI=0.1560E-04 RATIO= 0.000
MAX UN=0.5743E-02 IEQ= 169 NODE 85 DOF 1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.3254E-04 IEQ= 63 NODE 32 DOF 1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0
```



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 214 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

-----  
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
-----  
ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
-----

New Project  
SOLUTION REACHED USING 5 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 5 ( AT TIME 5.000 ) SUBINCREMENT 00001/00001

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

	Y-DISPL.F 02	X-ROT. F 04
1	2.6857738E-02	-2.8897709E-03
2	2.6279788E-02	-2.8897186E-03
3	2.5701865E-02	-2.8894498E-03
4	2.5124037E-02	-2.8887341E-03
5	2.4546418E-02	-2.8873267E-03
6	2.3969170E-02	-2.8849688E-03
7	2.3392512E-02	-2.8813873E-03
8	2.2816716E-02	-2.8762951E-03
9	2.2242115E-02	-2.8693909E-03
10	2.1669101E-02	-2.8603592E-03
11	2.1098135E-02	-2.8488704E-03
12	2.0529740E-02	-2.8345808E-03
13	1.9964513E-02	-2.8171325E-03
14	1.9403122E-02	-2.7961534E-03
15	1.8846313E-02	-2.7712573E-03
16	1.8294907E-02	-2.7420438E-03
17	1.7749808E-02	-2.7080983E-03
18	1.7212009E-02	-2.6689924E-03
19	1.6682585E-02	-2.6242832E-03
20	1.6162700E-02	-2.5735138E-03
21	1.5653617E-02	-2.5162133E-03
22	1.5156685E-02	-2.4518960E-03
23	1.4673360E-02	-2.3800626E-03
24	1.4205195E-02	-2.3001997E-03
25	1.3753845E-02	-2.2118562E-03
26	1.3321038E-02	-2.1147290E-03
27	1.2908551E-02	-2.0086717E-03
28	1.2518167E-02	-1.8936926E-03
29	1.2151658E-02	-1.7699580E-03
30	1.1810746E-02	-1.6377900E-03
31	1.1761918E-02	-1.6172576E-03
32	1.1745749E-02	-1.6164347E-03
33	1.1424366E-02	-1.5972034E-03
34	1.1106933E-02	-1.5769979E-03
35	1.0793628E-02	-1.5559183E-03
36	1.0484619E-02	-1.5340623E-03
37	1.0180050E-02	-1.5115228E-03
38	9.8800494E-03	-1.4883893E-03
39	9.5847282E-03	-1.4647436E-03
40	9.2941813E-03	-1.4406579E-03
41	9.0084914E-03	-1.4161986E-03
42	8.7277242E-03	-1.3914260E-03
43	8.4519380E-03	-1.3663981E-03
44	8.1811782E-03	-1.3411724E-03
45	7.9154785E-03	-1.3158058E-03
46	7.6548629E-03	-1.2903529E-03
47	7.3993409E-03	-1.2648655E-03
48	7.1489157E-03	-1.2393939E-03
49	6.9035791E-03	-1.2139959E-03
50	6.6633140E-03	-1.1886871E-03
51	6.4280941E-03	-1.1635411E-03
52	6.1978858E-03	-1.1385897E-03
53	5.9726393E-03	-1.1138717E-03
54	5.7523144E-03	-1.0894258E-03
55	5.5368485E-03	-1.0652871E-03
56	5.3261768E-03	-1.0414894E-03
57	5.1202279E-03	-1.0180644E-03
58	4.9189242E-03	-9.9504268E-04
59	4.7221820E-03	-9.7245302E-04
60	4.5299218E-03	-9.5032426E-04
61	4.3420296E-03	-9.2868068E-04
62	4.1584154E-03	-9.0754874E-04
63	3.9789744E-03	-8.8695264E-04
64	3.8035971E-03	-8.6691554E-04
65	3.6321695E-03	-8.4745956E-04
66	3.4645731E-03	-8.2860587E-04
67	3.3006856E-03	-8.1037471E-04
68	3.1403805E-03	-7.9278541E-04
69	2.9835274E-03	-7.7585650E-04
70	2.8299927E-03	-7.5960567E-04
71	2.6796388E-03	-7.4404989E-04
72	2.5323253E-03	-7.2920538E-04
73	2.3879082E-03	-7.1508767E-04
74	2.2462408E-03	-7.0171168E-04
75	2.1071732E-03	-6.8909165E-04
76	1.9705528E-03	-6.7724128E-04
77	1.8362245E-03	-6.6617370E-04
78	1.7040303E-03	-6.5590149E-04
79	1.5738100E-03	-6.4643674E-04
80	1.4454010E-03	-6.3779106E-04
81	1.3186383E-03	-6.2997560E-04
82	1.1933547E-03	-6.2300106E-04
83	1.0693811E-03	-6.1687678E-04
84	9.4654720E-04	-6.1160425E-04
85	8.2468344E-04	-6.0717188E-04
86	7.0362405E-04	-6.0355540E-04
87	5.8320945E-04	-6.0071628E-04
88	4.6328341E-04	-5.9859915E-04



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 215 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

89 3.4372056E-04 -5.9713057E-04  
90 2.2439423E-04 -5.9621637E-04  
91 1.0520475E-04 -5.9574102E-04  
92 -1.3922301E-05 -5.9556748E-04  
93 -1.0921056E-04 -5.9554365E-04





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 216 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

-----  
 PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION \*Build date:Jan 12, 2021\*  
 -----  
 ParatiePlus  
 Exe Time :30 July 2021 12:09:32  
 -----

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 1

O\_I  
 ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 93  
 C U R R E N T T I M E I S 5.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

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

EL * Peg Kz	FORCE Su_a	DISPL-Y Su_p	VERTICAL-P Coh_e_a	HORIZON.-P Coh_e_p	MAX-V-P LAYER	MAX-H-P	STATE	STIFFNESS ZFO	Z-LEVEL QS	PORE QSL	E FACTOR ZD	UFACOR ZPL
1 D	0.000	-2.6858E-02	0.000	0.000	0.000	0.000	ACTIVE	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2 D	0.2212	-2.6280E-02	3.800	1.106	3.862	2.146	ACTIVE	0.000	-0.2000	0.000	1.000	1.000
1.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3 D	0.4423	-2.5702E-02	7.600	2.212	8.005	3.403	ACTIVE	0.000	-0.4000	0.000	1.000	1.000
2.212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4 D	0.6635	-2.5124E-02	11.40	3.317	12.44	4.856	ACTIVE	0.000	-0.6000	0.000	1.000	1.000
3.317	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5 D	0.8846	-2.4546E-02	15.20	4.423	17.02	6.475	ACTIVE	0.000	-0.8000	0.000	1.000	1.000
4.423	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6 D	1.106	-2.3969E-02	19.00	5.529	21.60	8.094	ACTIVE	0.000	-1.0000	0.000	1.000	1.000
5.529	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7 D	1.327	-2.3393E-02	22.80	6.635	26.52	9.713	ACTIVE	0.000	-1.2000	0.000	1.000	1.000
6.635	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8 D	1.548	-2.2817E-02	26.60	7.741	31.53	11.33	ACTIVE	0.000	-1.4000	0.000	1.000	1.000
7.741	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9 D	1.769	-2.2242E-02	30.40	8.846	36.29	12.95	ACTIVE	0.000	-1.6000	0.000	1.000	1.000
8.846	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10 D	1.990	-2.1669E-02	34.20	9.952	40.87	14.57	ACTIVE	0.000	-1.8000	0.000	1.000	1.000
9.952	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11 D	2.212	-2.1098E-02	38.00	11.06	45.32	16.19	ACTIVE	0.000	-2.0000	0.000	1.000	1.000
11.06	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12 D	2.433	-2.0530E-02	41.80	12.16	49.66	17.81	ACTIVE	0.000	-2.2000	0.000	1.000	1.000
12.16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13 D	2.654	-1.9965E-02	45.60	13.27	53.93	19.43	ACTIVE	0.000	-2.4000	0.000	1.000	1.000
13.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14 D	2.875	-1.9403E-02	49.40	14.38	58.13	21.04	ACTIVE	0.000	-2.6000	0.000	1.000	1.000
14.38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15 D	3.096	-1.8846E-02	53.20	15.48	62.28	22.66	ACTIVE	0.000	-2.8000	0.000	1.000	1.000
15.48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16 D	3.317	-1.8295E-02	57.00	16.59	66.05	24.28	ACTIVE	0.000	-3.0000	0.000	1.000	1.000
16.59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17 D	3.539	-1.7750E-02	60.80	17.69	70.15	25.90	ACTIVE	0.000	-3.2000	0.000	1.000	1.000
17.69	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18 D	3.760	-1.7212E-02	64.60	18.80	74.21	27.52	ACTIVE	0.000	-3.4000	0.000	1.000	1.000
18.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19 D	3.981	-1.6683E-02	68.40	19.90	78.25	29.14	ACTIVE	0.000	-3.6000	0.000	1.000	1.000
19.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20 D	4.202	-1.6163E-02	72.20	21.01	82.27	30.76	ACTIVE	0.000	-3.8000	0.000	1.000	1.000
21.01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21 D	4.423	-1.5654E-02	76.00	22.12	86.27	32.38	ACTIVE	0.000	-4.0000	0.000	1.000	1.000
22.12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22 D	4.644	-1.5157E-02	79.80	23.22	90.24	33.99	ACTIVE	0.000	-4.2000	0.000	1.000	1.000
23.22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23 D	4.866	-1.4673E-02	83.60	24.33	94.21	35.61	ACTIVE	0.000	-4.4000	0.000	1.000	1.000
24.33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24 D	5.087	-1.4205E-02	87.40	25.43	98.16	37.23	ACTIVE	0.000	-4.6000	0.000	1.000	1.000
25.43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25 D	5.308	-1.3754E-02	91.20	26.54	102.1	38.85	ACTIVE	0.000	-4.8000	0.000	1.000	1.000
26.54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26 D	5.529	-1.3321E-02	95.00	27.64	105.8	40.47	ACTIVE	0.000	-5.0000	0.000	1.000	1.000
27.64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 217 di 267				
27 D	5.750	-1.2909E-02	98.80	28.75	109.7	42.09	ACTIVE	0.000	-5.200	0.000	1.000	1.000
28.75	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
28 D	5.971	-1.2518E-02	102.6	29.86	113.7	43.71	ACTIVE	0.000	-5.400	0.000	1.000	1.000
29.86	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
29 D	6.192	-1.2152E-02	106.4	30.96	117.6	45.33	ACTIVE	0.000	-5.600	0.000	1.000	1.000
30.96	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
30 D	3.688	-1.1811E-02	110.2	32.07	121.5	46.95	ACTIVE	0.000	-5.800	0.000	1.000	1.000
32.07	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
31 D	0.6447	-1.1762E-02	110.8	32.23	122.0	47.19	ACTIVE	0.000	-5.830	0.000	1.000	1.000
32.23	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
32 D	3.390	-1.1746E-02	111.0	32.29	122.2	47.27	ACTIVE	0.000	-5.840	0.000	1.000	1.000
32.29	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
33 D	6.679	-1.1424E-02	114.8	33.40	126.1	48.89	ACTIVE	0.000	-6.040	0.000	1.000	1.000
33.40	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
34 D	6.900	-1.1107E-02	118.6	34.50	130.0	50.51	ACTIVE	0.000	-6.240	0.000	1.000	1.000
34.50	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
35 D	7.121	-1.0794E-02	122.4	35.61	133.9	52.13	ACTIVE	0.000	-6.440	0.000	1.000	1.000
35.61	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
36 D	7.343	-1.0485E-02	126.2	36.71	137.7	53.74	ACTIVE	0.000	-6.640	0.000	1.000	1.000
36.71	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
37 D	7.564	-1.0180E-02	130.0	37.82	141.6	55.36	ACTIVE	0.000	-6.840	0.000	1.000	1.000
37.82	0.000	0.000	0.000	0.000	Rilevato_2107232_156_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
38 D	9.996	-9.8800E-03	133.8	49.98	145.5	96.43	ACTIVE	0.000	-7.040	0.000	1.000	1.000
49.98	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
39 D	10.32	-9.5847E-03	137.7	51.59	149.5	99.91	ACTIVE	0.000	-7.240	0.000	1.000	1.000
51.59	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
40 D	10.75	-9.2942E-03	140.8	52.88	152.7	101.0	ACTIVE	0.000	-7.440	0.8416	1.000	1.000
53.73	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
41 D	11.32	-9.0085E-03	142.9	53.75	154.9	101.4	ACTIVE	0.000	-7.640	2.838	1.000	1.000
56.59	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
42 D	11.89	-8.7277E-03	145.0	54.62	157.0	101.9	ACTIVE	0.000	-7.840	4.835	1.000	1.000
59.45	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
43 D	12.46	-8.4519E-03	147.1	55.48	159.1	102.3	ACTIVE	0.000	-8.040	6.832	1.000	1.000
62.32	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
44 D	13.04	-8.1812E-03	149.2	56.35	161.2	102.9	ACTIVE	0.000	-8.240	8.829	1.000	1.000
65.18	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
45 D	13.61	-7.9155E-03	151.3	57.22	163.4	104.1	ACTIVE	0.000	-8.440	10.83	1.000	1.000
68.04	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
46 D	14.18	-7.6549E-03	153.4	58.08	165.5	105.2	ACTIVE	0.000	-8.640	12.82	1.000	1.000
70.91	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
47 D	14.75	-7.3993E-03	155.5	58.95	167.7	106.3	ACTIVE	0.000	-8.840	14.82	1.000	1.000
73.77	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
48 D	15.33	-7.1489E-03	157.6	59.82	169.8	107.6	ACTIVE	0.000	-9.040	16.82	1.000	1.000
76.63	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
49 D	15.90	-6.9036E-03	159.8	60.68	172.0	109.2	ACTIVE	0.000	-9.240	18.81	1.000	1.000
79.50	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
50 D	16.47	-6.6633E-03	161.9	61.55	174.1	110.9	ACTIVE	0.000	-9.440	20.81	1.000	1.000
82.36	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
51 D	17.04	-6.4281E-03	164.0	62.42	176.3	112.6	ACTIVE	0.000	-9.640	22.81	1.000	1.000
85.22	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
52 D	17.62	-6.1979E-03	166.1	63.28	178.4	114.2	ACTIVE	0.000	-9.840	24.80	1.000	1.000
88.09	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
53 D	18.19	-5.9726E-03	168.2	64.15	180.4	115.8	ACTIVE	0.000	-10.04	26.80	1.000	1.000
90.95	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
54 D	18.76	-5.7523E-03	170.3	65.02	182.6	117.5	ACTIVE	0.000	-10.24	28.80	1.000	1.000
93.81	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
55 D	19.34	-5.5368E-03	172.4	65.88	184.7	119.2	ACTIVE	0.000	-10.44	30.79	1.000	1.000
96.68	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
56 D	19.91	-5.3262E-03	174.5	66.75	186.9	120.9	ACTIVE	0.000	-10.64	32.79	1.000	1.000
99.54	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
57 D	20.48	-5.1202E-03	176.6	67.62	189.0	122.6	ACTIVE	0.000	-10.84	34.79	1.000	1.000
102.4	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
58 D	21.05	-4.9189E-03	178.7	68.48	191.1	124.3	ACTIVE	0.000	-11.04	36.78	1.000	1.000
105.3	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
59 D	21.63	-4.7222E-03	180.8	69.35	193.3	125.9	ACTIVE	0.000	-11.24	38.78	1.000	1.000
108.1	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
60 D	22.20	-4.5299E-03	182.9	70.21	195.2	127.5	ACTIVE	0.000	-11.44	40.78	1.000	1.000
111.0	0.000	0.000	4.000	4.000	Ecla_2275133_2369142_L_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000												
61 D	22.77	-4.3420E-03	185.0	71.08	197.2	129.1	ACTIVE	0.000	-11.64	42.77	1.000	1.000

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 218 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

113.9 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
62 D	23.34	-4.1584E-03	187.1	71.95	199.2 130.7	ACTIVE	0.0000	-11.84	44.77	1.000 1.000
116.7 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
63 D	23.92	-3.9790E-03	189.2	72.81	201.1 132.3	ACTIVE	0.0000	-12.04	46.77	1.000 1.000
119.6 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
64 D	24.49	-3.8036E-03	191.3	73.68	203.1 133.9	ACTIVE	0.0000	-12.24	48.76	1.000 1.000
122.4 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65 D	25.06	-3.6322E-03	193.4	74.55	205.0 135.5	ACTIVE	0.0000	-12.44	50.76	1.000 1.000
125.3 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
66 D	25.63	-3.4646E-03	195.5	75.41	207.0 137.2	ACTIVE	0.0000	-12.64	52.76	1.000 1.000
128.2 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67 D	26.21	-3.3007E-03	197.6	76.28	209.0 138.8	ACTIVE	0.0000	-12.84	54.75	1.000 1.000
131.0 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
68 D	26.78	-3.1404E-03	199.7	77.15	211.0 140.4	ACTIVE	0.0000	-13.04	56.75	1.000 1.000
133.9 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
69 D	27.35	-2.9835E-03	201.8	78.01	213.0 142.0	ACTIVE	0.0000	-13.24	58.75	1.000 1.000
136.8 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70 D	27.92	-2.8300E-03	203.9	78.88	214.9 143.6	ACTIVE	0.0000	-13.44	60.74	1.000 1.000
139.6 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
71 D	28.50	-2.6796E-03	206.0	79.75	216.9 145.3	ACTIVE	0.0000	-13.64	62.74	1.000 1.000
142.5 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
72 D	29.07	-2.5323E-03	208.1	80.61	218.9 146.9	ACTIVE	0.0000	-13.84	64.74	1.000 1.000
145.4 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
73 D	29.64	-2.3879E-03	210.2	81.48	220.9 148.5	ACTIVE	0.0000	-14.04	66.73	1.000 1.000
148.2 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
74 D	30.22	-2.2462E-03	212.3	82.35	222.9 150.2	ACTIVE	0.0000	-14.24	68.73	1.000 1.000
151.1 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75 D	30.79	-2.1072E-03	214.4	83.21	224.9 151.8	ACTIVE	0.0000	-14.44	70.73	1.000 1.000
153.9 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
76 D	31.36	-1.9706E-03	216.5	84.08	226.9 153.5	ACTIVE	0.0000	-14.64	72.73	1.000 1.000
156.8 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
77 D	31.93	-1.8362E-03	218.6	84.95	228.9 155.1	ACTIVE	0.0000	-14.84	74.72	1.000 1.000
159.7 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
78 D	32.51	-1.7040E-03	220.7	85.81	230.9 156.8	ACTIVE	0.0000	-15.04	76.72	1.000 1.000
162.5 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
79 D	33.08	-1.5738E-03	222.8	86.68	232.9 158.4	ACTIVE	0.0000	-15.24	78.72	1.000 1.000
165.4 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80 D	33.65	-1.4454E-03	225.0	87.55	234.9 160.1	ACTIVE	0.0000	-15.44	80.71	1.000 1.000
168.3 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81 D	34.23	-1.3186E-03	227.1	88.42	236.9 161.7	UL-RL	3.4769E+04	-15.64	82.71	1.000 1.000
171.1 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
82 D	35.01	-1.1934E-03	229.2	90.35	238.9 163.4	UL-RL	3.4769E+04	-15.84	84.71	1.000 1.000
175.1 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
83 D	37.09	-1.0694E-03	231.3	98.73	240.9 164.7	UL-RL	3.4769E+04	-16.04	86.70	1.000 1.000
185.4 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
84 D	39.08	-9.4655E-04	233.4	106.7	242.9 165.6	UL-RL	3.4769E+04	-16.24	88.70	1.000 1.000
195.4 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
85 D	41.06	-8.2468E-04	235.5	114.6	245.0 166.6	UL-RL	3.4769E+04	-16.44	90.70	1.000 1.000
205.3 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
86 D	43.04	-7.0362E-04	237.6	122.5	247.0 167.5	UL-RL	3.4769E+04	-16.64	92.69	1.000 1.000
215.2 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
87 D	45.02	-5.8321E-04	239.7	130.4	249.0 168.5	UL-RL	3.4769E+04	-16.84	94.69	1.000 1.000
225.1 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
88 D	46.99	-4.6328E-04	241.8	138.3	251.0 169.4	UL-RL	3.4769E+04	-17.04	96.69	1.000 1.000
235.0 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
89 D	48.96	-3.4372E-04	243.9	146.1	253.0 170.4	UL-RL	3.4769E+04	-17.24	98.68	1.000 1.000
244.8 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90 D	50.93	-2.2439E-04	246.0	154.0	255.1 171.4	UL-RL	3.4769E+04	-17.44	100.7	1.000 1.000
254.7 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
91 D	52.90	-1.0520E-04	248.1	161.8	257.1 172.4	UL-RL	3.4769E+04	-17.64	102.7	1.000 1.000
264.5 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
92 D	49.51	1.3922E-05	250.2	170.4	259.1 174.0	UL-RL	3.4769E+04	-17.84	104.7	1.000 1.000
275.0 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
93 D	22.56	1.0921E-04	251.9	175.8	260.7 175.8	V-C	6209.	-18.00	106.3	1.000 1.000
282.0 0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	4.0000	Ecla_2275133_2369142_I_0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000







**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 221 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

69 D	32.62	2.9835E-03	118.0	104.5	118.0	104.5	V-C	5797.	-13.24	58.59	1.000	1.000
163.1	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70 D	33.11	2.8300E-03	120.1	104.9	120.1	104.9	V-C	5797.	-13.44	60.60	1.000	1.000
165.5	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
71 D	33.60	2.6796E-03	122.1	105.4	122.1	105.4	V-C	5797.	-13.64	62.60	1.000	1.000
168.0	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
72 D	34.09	2.5323E-03	124.2	105.9	124.2	105.9	V-C	5797.	-13.84	64.60	1.000	1.000
170.5	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
73 D	34.59	2.3879E-03	126.3	106.4	126.3	106.4	V-C	5797.	-14.04	66.61	1.000	1.000
173.0	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
74 D	35.10	2.2462E-03	128.4	106.9	128.4	106.9	V-C	5797.	-14.24	68.61	1.000	1.000
175.5	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75 D	35.60	2.1072E-03	130.5	107.4	130.5	107.4	V-C	5797.	-14.44	70.61	1.000	1.000
178.0	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
76 D	36.11	1.9706E-03	132.6	107.9	132.6	107.9	V-C	5797.	-14.64	72.62	1.000	1.000
180.6	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
77 D	36.63	1.8362E-03	134.7	108.5	134.7	108.5	V-C	5797.	-14.84	74.62	1.000	1.000
183.1	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
78 D	37.14	1.7040E-03	136.8	109.1	136.8	109.1	V-C	5797.	-15.04	76.62	1.000	1.000
185.7	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
79 D	37.66	1.5738E-03	138.9	109.7	138.9	109.7	V-C	5797.	-15.24	78.63	1.000	1.000
188.3	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80 D	38.18	1.4454E-03	141.0	110.3	141.0	110.3	V-C	5797.	-15.44	80.63	1.000	1.000
190.9	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81 D	38.70	1.3186E-03	143.1	110.9	143.1	110.9	UL-RL	3.2462E+04	-15.64	82.63	1.000	1.000
193.5	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
82 D	39.23	1.1934E-03	145.2	111.5	145.2	111.5	UL-RL	3.2462E+04	-15.84	84.64	1.000	1.000
196.1	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
83 D	39.75	1.0694E-03	147.3	112.1	147.3	112.1	UL-RL	3.2462E+04	-16.04	86.64	1.000	1.000
198.8	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
84 D	40.28	9.4655E-04	149.4	112.8	149.4	112.8	UL-RL	3.2462E+04	-16.24	88.64	1.000	1.000
201.4	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
85 D	40.81	8.2468E-04	151.5	113.4	151.5	113.4	UL-RL	3.2462E+04	-16.44	90.65	1.000	1.000
204.0	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
86 D	40.97	7.0362E-04	153.6	112.2	153.6	114.5	UL-RL	3.2462E+04	-16.64	92.65	1.000	1.000
204.8	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
87 D	40.91	5.8321E-04	155.7	109.9	155.7	115.8	UL-RL	3.2462E+04	-16.84	94.65	1.000	1.000
204.6	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
88 D	40.68	4.6328E-04	157.8	106.7	157.8	117.3	UL-RL	3.2462E+04	-17.04	96.66	1.000	1.000
203.4	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
89 D	40.17	3.4372E-04	159.9	102.2	159.9	119.0	UL-RL	3.2462E+04	-17.24	98.66	1.000	1.000
200.9	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90 D	39.66	2.2439E-04	162.0	97.66	162.0	120.8	UL-RL	3.2462E+04	-17.44	100.7	1.000	1.000
198.3	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
91 D	39.16	1.0520E-04	164.1	93.13	164.1	122.6	UL-RL	3.2462E+04	-17.64	102.7	1.000	1.000
195.8	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
92 D	34.79	-1.3922E-05	166.2	88.60	166.2	124.4	UL-RL	3.2462E+04	-17.84	104.7	1.000	1.000
193.3	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
93 D	15.30	-1.0921E-04	167.9	84.97	167.9	125.8	UL-RL	3.2462E+04	-18.00	106.3	1.000	1.000
191.2	0.000	0.000	4.128	4.128	Ecla_2275133_2369142_I_0			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
**- Relazione tecnica e di calcolo**

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 222 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   3

Pali\_30  
ELEMENT TYPE   2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP   62  
C U R R E N T   T I M E   I S   5.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	108.10	-108.10	-378.37	379.45
2	117.96	-117.96	-430.97	454.57
3	106.33	-106.33	-454.57	475.83
4	94.897	-94.897	-475.83	494.81
5	83.923	-83.923	-494.81	511.60
6	73.403	-73.403	-511.60	526.28
7	63.332	-63.332	-526.28	538.94
8	54.631	-54.631	-538.94	549.87
9	46.651	-46.651	-549.87	559.20
10	39.398	-39.398	-559.20	567.08
11	32.696	-32.696	-567.08	573.62
12	26.098	-26.098	-573.62	578.84
13	19.426	-19.426	-578.84	582.72
14	13.023	-13.023	-582.72	585.33
15	6.8843	-6.8843	-585.33	586.70
16	1.0040	-1.0040	-586.70	586.90
17	-4.6238	4.6238	-586.90	585.98
18	-10.005	10.005	-585.98	583.98
19	-15.145	15.145	-583.98	580.95
20	-20.050	20.050	-580.95	576.94
21	-24.721	24.721	-576.94	572.00
22	-29.158	29.158	-572.00	566.16
23	-33.369	33.369	-566.16	559.49
24	-37.359	37.359	-559.49	552.02
25	-41.136	41.136	-552.02	543.79
26	-44.706	44.706	-543.79	534.85
27	-48.113	48.113	-534.85	525.23
28	-51.373	51.373	-525.23	514.95
29	-54.491	54.491	-514.95	504.06
30	-57.472	57.472	-504.06	492.56
31	-60.323	60.323	-492.56	480.50
32	-63.047	63.047	-480.50	467.89
33	-65.652	65.652	-467.89	454.76
34	-68.143	68.143	-454.76	441.13
35	-70.524	70.524	-441.13	427.02
36	-72.801	72.801	-427.02	412.46
37	-74.979	74.979	-412.46	397.47
38	-77.063	77.063	-397.47	382.05
39	-79.057	79.057	-382.05	366.24
40	-80.965	80.965	-366.24	350.05
41	-82.793	82.793	-350.05	333.49
42	-84.544	84.544	-333.49	316.58
43	-86.221	86.221	-316.58	299.34
44	-87.829	87.829	-299.34	281.77
45	-89.372	89.372	-281.77	263.90
46	-90.851	90.851	-263.90	245.73
47	-92.271	92.271	-245.73	227.27
48	-93.634	93.634	-227.27	208.55
49	-94.943	94.943	-208.55	189.56
50	-96.200	96.200	-189.56	170.32
51	-97.408	97.408	-170.32	150.84
52	-98.352	98.352	-150.84	131.17
53	-97.750	97.750	-131.17	111.62
54	-95.683	95.683	-111.62	92.480
55	-92.160	92.160	-92.480	74.048
56	-86.814	86.814	-74.048	56.685
57	-79.436	79.436	-56.685	40.797
58	-69.851	69.851	-40.797	26.827
59	-57.788	57.788	-26.827	15.269
60	-43.249	43.249	-15.269	6.6192
61	-26.237	26.237	-6.6192	1.3718
62	-8.5735	8.5735	-1.3718	1.25553E-11



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 223 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

```

-----
PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2021.0.0 FULL VERSION *Build date:Jan 12, 2021*
-----
                                ParatiePlus
                                Exe Time :30 July 2021      12:09:32
-----

```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   4

```

parete_2486921
ELEMENT TYPE      2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP   31
C U R R E N T    T I M E      I S      5.0000 SUBINCREMENT 00001/00001

```

WALL2D ELEMENT

EL	TA	TB	MA	MB
1	1.6360	-1.6360	-3.07457E-11	0.32720
2	5.1292	-5.1292	-0.32720	1.3530
3	8.8435	-8.8435	-1.3530	3.1217
4	12.779	-12.779	-3.1217	5.6775
5	16.936	-16.936	-5.6775	9.0646
6	21.313	-21.313	-9.0646	13.327
7	25.912	-25.912	-13.327	18.510
8	30.732	-30.732	-18.510	24.656
9	35.774	-35.774	-24.656	31.811
10	41.036	-41.036	-31.811	40.018
11	46.520	-46.520	-40.018	49.322
12	52.225	-52.225	-49.322	59.767
13	58.150	-58.150	-59.767	71.397
14	64.298	-64.298	-71.397	84.257
15	70.666	-70.666	-84.257	98.390
16	77.255	-77.255	-98.390	113.84
17	84.066	-84.066	-113.84	130.65
18	91.097	-91.097	-130.65	148.87
19	98.350	-98.350	-148.87	168.54
20	105.82	-105.82	-168.54	189.71
21	113.52	-113.52	-189.71	212.41
22	121.44	-121.44	-212.41	236.70
23	129.57	-129.57	-236.70	262.61
24	135.53	-135.53	-262.61	289.72
25	139.05	-139.05	-289.72	317.53
26	140.13	-140.13	-317.53	345.56
27	138.76	-138.76	-345.56	373.31
28	134.95	-134.95	-373.31	400.30
29	128.69	-128.69	-400.30	426.04
30	123.69	-123.69	-426.04	429.75
31	14.678	-14.678	-51.375	51.521





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 224 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

ParatiePlus  
Exe Time :30 July 2021 12:09:32

### FINAL INCREMENTAL ANALYSIS

#### SUMMARY

STEP		NO. OF ITERATIONS
1	CONVERGENCE :YES	7
2	CONVERGENCE :YES	6
3	CONVERGENCE :YES	6
4	CONVERGENCE :YES	2
5	CONVERGENCE :YES	5

END OF PROCESS FOR PROBLEM

New Project  
NONLINEAR SOLUTION CPU TIME .... 0.09 [sec]  
DATABASE CREATION CPU TIME..... 0.30 [sec]



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 225 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

# ALLEGATO 3

## TABULATI DI CALCOLO STABILITÀ GLOBALE



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 226 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

**CONDIZIONE STATICA CON ACCIDENTALE**

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

E

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$$$ $
$$$$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $ $$$ $ $ $ $ $$$ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $ $ $ $ $$$ $$$$$
ver. 2.03

```

F

DEVELOPED BY  
 RONALD A. SIEGEL  
 GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH  
 PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY  
 Ing. C. MADIAI and Ing. M. PERINI  
 (C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY  
 PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL  
 LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI statica

COMMISSIONED BY ..... STABILITA' MU02-A2

LOCATION ..... -----



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 227 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

### BOUNDARY COORDINATES

20 TOP BOUNDARIES  
25 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	20.00	7.98	22.68	2
2	7.98	22.68	13.16	27.97	2
3	13.16	27.97	18.95	29.09	2
4	18.95	29.09	21.22	29.92	2
5	21.22	29.92	24.55	30.87	1
6	24.55	30.87	24.55	34.34	1
7	24.55	34.34	25.80	34.34	1
8	25.80	34.34	25.80	34.19	1
9	25.80	34.19	31.05	34.32	1
10	31.05	34.32	36.30	34.15	1
11	36.30	34.15	37.05	34.06	2
12	37.05	34.06	37.33	34.91	2
13	37.33	34.91	38.83	34.91	2
14	38.83	34.91	41.18	36.32	2
15	41.18	36.32	41.97	36.32	2
16	41.97	36.32	42.62	35.67	2
17	42.62	35.67	43.24	35.67	2
18	43.24	35.67	44.59	37.02	2
19	44.59	37.02	54.31	38.24	2
20	54.31	38.24	60.00	39.31	2
21	21.22	29.92	23.80	27.34	2
22	23.80	27.34	26.35	27.34	2
23	26.35	27.34	31.33	32.31	2
24	31.33	32.31	33.13	32.70	2
25	33.13	32.70	36.30	34.15	2



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 228 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.10	2.00	.00	29.26	.00	.00	1
2	2.05	1.95	.40	21.31	.00	.00	1



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 229 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

BOUNDARY LOAD(S)

1 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	INTENSITY (t/mq)	DEFLECTION (DEG)
1	25.80	36.30	2.6	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED  
FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 230 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 2 BOUNDARIES  
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	24.25	34.34	24.25	16.34
2	25.75	34.34	25.75	16.34



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 231 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 8 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.85
2	13.16	24.37
3	22.80	26.89
4	26.51	27.02
5	30.23	29.30
6	40.03	32.48
7	44.59	33.42
8	60.00	35.71





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 232 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM  
TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED  
THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

10 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 1 POINTS EQUALLY SPACED  
ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 8.00 m  
AND X = 8.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 50.00 m  
AND X = 60.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION  
AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

3.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 233 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL  
FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL  
FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 27.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.39	20.89
3	12.96	19.34
4	15.69	18.09
5	18.53	17.14
6	21.47	16.51
7	24.45	16.21
8	27.45	16.23
9	30.43	16.58
10	33.35	17.25
11	36.19	18.25
12	38.89	19.54
13	41.44	21.12
14	43.80	22.97
15	45.94	25.07
16	47.85	27.39
17	49.48	29.91
18	50.83	32.59
19	51.88	35.40
20	52.55	38.02

\*\*\* 1.510 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 22 COORDINATE POINTS (R= 31.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.02	19.42
4	15.74	18.15
5	18.56	17.15
6	21.47	16.41
7	24.44	15.96
8	27.43	15.79
9	30.43	15.90
10	33.40	16.30
11	36.33	16.98
12	39.17	17.93
13	41.91	19.15
14	44.53	20.62
15	46.99	22.33
16	49.28	24.27
17	51.37	26.42
18	53.26	28.76
19	54.91	31.26
20	56.32	33.91
21	57.47	36.68
22	58.17	38.97

\*\*\* 1.529 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.33 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.01	19.41
4	15.73	18.13



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 234 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

5	18.54	17.11
6	21.45	16.35
7	24.41	15.86
8	27.40	15.65
9	30.40	15.72
10	33.38	16.07
11	36.31	16.69
12	39.18	17.58
13	41.95	18.73
14	44.60	20.13
15	47.11	21.77
16	49.46	23.64
17	51.63	25.72
18	53.59	27.99
19	55.33	30.43
20	56.84	33.02
21	58.11	35.74
22	59.11	38.57
23	59.27	39.17

\*\*\* 1.537 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.25 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.41	20.91
3	12.97	19.35
4	15.66	18.03
5	18.47	16.97
6	21.36	16.17
7	24.31	15.64
8	27.30	15.40
9	30.30	15.43
10	33.29	15.74
11	36.23	16.32
12	39.10	17.18
13	41.89	18.30
14	44.56	19.67
15	47.08	21.28
16	49.45	23.13
17	51.64	25.18
18	53.63	27.43
19	55.39	29.85
20	56.93	32.43
21	58.22	35.14
22	59.25	37.95
23	59.59	39.23

\*\*\* 1.557 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 25.67 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.77	19.08
4	15.44	17.70
5	18.25	16.65
6	21.16	15.94
7	24.14	15.57
8	27.14	15.55
9	30.12	15.88
10	33.04	16.55
11	35.87	17.56
12	38.55	18.89
13	41.07	20.53
14	43.37	22.45
15	45.44	24.63
16	47.24	27.03
17	48.74	29.62
18	49.94	32.37
19	50.80	35.25
20	51.26	37.86



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 235 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

\*\*\* 1.579 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 30.08 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.75	19.04
4	15.37	17.58
5	18.12	16.40
6	20.98	15.49
7	23.92	14.87
8	26.90	14.54
9	29.90	14.52
10	32.89	14.79
11	35.83	15.36
12	38.71	16.22
13	41.48	17.36
14	44.13	18.77
15	46.62	20.44
16	48.94	22.34
17	51.05	24.47
18	52.94	26.80
19	54.59	29.31
20	55.99	31.96
21	57.11	34.75
22	57.95	37.63
23	58.20	38.97

\*\*\* 1.637 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 21 COORDINATE POINTS (R= 26.06 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.20	20.66
3	12.61	18.88
4	15.22	17.39
5	17.97	16.21
6	20.85	15.35
7	23.80	14.83
8	26.80	14.66
9	29.79	14.82
10	32.75	15.33
11	35.63	16.18
12	38.39	17.35
13	41.00	18.83
14	43.42	20.60
15	45.62	22.64
16	47.58	24.92
17	49.26	27.40
18	50.64	30.07
19	51.71	32.87
20	52.44	35.78
21	52.75	38.04

\*\*\* 1.656 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 24 COORDINATE POINTS (R= 30.59 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.22	20.68
3	12.62	18.88
4	15.19	17.33
5	17.90	16.04
6	20.72	15.02



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 236 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

7	23.62	14.28
8	26.59	13.83
9	29.59	13.67
10	32.58	13.81
11	35.55	14.23
12	38.47	14.95
13	41.30	15.95
14	44.01	17.22
15	46.59	18.75
16	49.01	20.52
17	51.25	22.53
18	53.27	24.74
19	55.07	27.14
20	56.63	29.70
21	57.93	32.41
22	58.95	35.23
23	59.70	38.13
24	59.88	39.29

\*\*\* 1.700 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 28.72 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.18	20.64
3	12.57	18.82
4	15.13	17.26
5	17.84	15.97
6	20.66	14.97
7	23.58	14.27
8	26.56	13.88
9	29.56	13.81
10	32.55	14.04
11	35.50	14.59
12	38.37	15.44
13	41.15	16.58
14	43.78	18.01
15	46.26	19.71
16	48.54	21.65
17	50.61	23.82
18	52.45	26.20
19	54.02	28.75
20	55.32	31.46
21	56.33	34.28
22	57.04	37.20
23	57.26	38.79

\*\*\* 1.708 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 27.43 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.12	20.58
3	12.46	18.70
4	14.99	17.09
5	17.69	15.77
6	20.51	14.75
7	23.42	14.04
8	26.40	13.65
9	29.40	13.59
10	32.38	13.86
11	35.33	14.46
12	38.18	15.37
13	40.93	16.58
14	43.52	18.09
15	45.93	19.88
16	48.13	21.91
17	50.10	24.18
18	51.81	26.64
19	53.24	29.28
20	54.38	32.06
21	55.20	34.94



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 237 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

22            55.71            37.90  
23            55.74            38.51

\*\*\*    1.743    \*\*\*



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 238 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

**CONDIZIONE SISMICA CON ACCIDENTALE**

ffff Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite ffffffffffffffffffffffffffffffffffffff

E

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$ $
$$ $$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $$$$ $ $ $ $$$ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $ $$$ $$$ $ $ $ $$$ $$$$$
ver. 2.03

```

F

DEVELOPED BY  
 RONALD A. SIEGEL  
 GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH  
 PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY  
 Ing. C. MADIAI and Ing. M. PERINI  
 (C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY  
 PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL  
 LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI SISMICA NEGATIVA CON ACCIDENTALE

COMMISSIONED BY ..... STABILITA' MU02-S1

LOCATION ..... -----

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 239 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

### BOUNDARY COORDINATES

20 TOP BOUNDARIES  
25 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	20.00	7.98	22.68	2
2	7.98	22.68	13.16	27.97	2
3	13.16	27.97	18.95	29.09	2
4	18.95	29.09	21.22	29.92	2
5	21.22	29.92	24.55	30.87	1
6	24.55	30.87	24.55	34.34	1
7	24.55	34.34	25.80	34.34	1
8	25.80	34.34	25.80	34.19	1
9	25.80	34.19	31.05	34.32	1
10	31.05	34.32	36.30	34.15	1
11	36.30	34.15	37.05	34.06	2
12	37.05	34.06	37.33	34.91	2
13	37.33	34.91	38.83	34.91	2
14	38.83	34.91	41.18	36.32	2
15	41.18	36.32	41.97	36.32	2
16	41.97	36.32	42.62	35.67	2
17	42.62	35.67	43.24	35.67	2
18	43.24	35.67	44.59	37.02	2
19	44.59	37.02	54.31	38.24	2
20	54.31	38.24	60.00	39.31	2
21	21.22	29.92	23.80	27.34	2
22	23.80	27.34	26.35	27.34	2
23	26.35	27.34	31.33	32.31	2
24	31.33	32.31	33.13	32.70	2
25	33.13	32.70	36.30	34.15	2





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 240 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

### ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

#### 2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.10	2.00	.00	29.26	.00	.00	1
2	2.05	1.95	.40	21.31	.00	.00	1

A HORIZONTAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT  
OF .084 AS BEEN ASSIGNED

A VERTICAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT  
OF-.042 AS BEEN ASSIGNED

CAVITATION PRESSURE = .0 t/mq



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 241 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

BOUNDARY LOAD(S)

1 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	INTENSITY (t/mq)	DEFLECTION (DEG)
1	25.80	36.30	.4	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED  
FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 242 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 2 BOUNDARIES  
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	24.25	34.34	24.25	16.34
2	25.75	34.34	25.75	16.34



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 243 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 8 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.85
2	13.16	24.37
3	22.80	26.89
4	26.51	27.02
5	30.23	29.30
6	40.03	32.48
7	44.59	33.42
8	60.00	35.71



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 244 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM  
TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED  
THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

10 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 1 POINTS EQUALLY SPACED  
ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 8.00 m  
AND X = 8.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 50.00 m  
AND X = 60.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION  
AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

3.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 245 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 22 COORDINATE POINTS (R= 31.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.02	19.42
4	15.74	18.15
5	18.56	17.15
6	21.47	16.41
7	24.44	15.96
8	27.43	15.79
9	30.43	15.90
10	33.40	16.30
11	36.33	16.98
12	39.17	17.93
13	41.91	19.15
14	44.53	20.62
15	46.99	22.33
16	49.28	24.27
17	51.37	26.42
18	53.26	28.76
19	54.91	31.26
20	56.32	33.91
21	57.47	36.68
22	58.17	38.97

\*\*\* 1.143 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.33 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.01	19.41
4	15.73	18.13
5	18.54	17.11
6	21.45	16.35
7	24.41	15.86
8	27.40	15.65
9	30.40	15.72
10	33.38	16.07
11	36.31	16.69
12	39.18	17.58
13	41.95	18.73
14	44.60	20.13
15	47.11	21.77
16	49.46	23.64
17	51.63	25.72
18	53.59	27.99
19	55.33	30.43
20	56.84	33.02
21	58.11	35.74
22	59.11	38.57
23	59.27	39.17

\*\*\* 1.145 \*\*\*



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 246 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 27.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.39	20.89
3	12.96	19.34
4	15.69	18.09
5	18.53	17.14
6	21.47	16.51
7	24.45	16.21
8	27.45	16.23
9	30.43	16.58
10	33.35	17.25
11	36.19	18.25
12	38.89	19.54
13	41.44	21.12
14	43.80	22.97
15	45.94	25.07
16	47.85	27.39
17	49.48	29.91
18	50.83	32.59
19	51.88	35.40
20	52.55	38.02

\*\*\* 1.157 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.25 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.41	20.91
3	12.97	19.35
4	15.66	18.03
5	18.47	16.97
6	21.36	16.17
7	24.31	15.64
8	27.30	15.40
9	30.30	15.43
10	33.29	15.74
11	36.23	16.32
12	39.10	17.18
13	41.89	18.30
14	44.56	19.67
15	47.08	21.28
16	49.45	23.13
17	51.64	25.18
18	53.63	27.43
19	55.39	29.85
20	56.93	32.43
21	58.22	35.14
22	59.25	37.95
23	59.59	39.23

\*\*\* 1.158 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 25.67 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70



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

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	MU0002	REL	01	E	247 di 267

2	10.28	20.75
3	12.77	19.08
4	15.44	17.70
5	18.25	16.65
6	21.16	15.94
7	24.14	15.57
8	27.14	15.55
9	30.12	15.88
10	33.04	16.55
11	35.87	17.56
12	38.55	18.89
13	41.07	20.53
14	43.37	22.45
15	45.44	24.63
16	47.24	27.03
17	48.74	29.62
18	49.94	32.37
19	50.80	35.25
20	51.26	37.86

\*\*\* 1.217 \*\*\*





**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
 OPERE D'ARTE MINORI:  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 248 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

**CONDIZIONE STATICA SENZA ACCIDENTALE**

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$ $
$$ $$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $$$$ $ $ $$$ $ $ $ $$$ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $$$ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $
ver. 2.03

```

F

DEVELOPED BY  
 RONALD A. SIEGEL  
 GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH  
 PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY  
 Ing. C. MADIAT and Ing. M. PERINI  
 (C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY  
 PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL  
 LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI statica senza accidentale

COMMISSIONED BY ..... STABILITA' MU02-A2

LOCATION ..... -----



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 249 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

### BOUNDARY COORDINATES

20 TOP BOUNDARIES  
25 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	20.00	7.98	22.68	2
2	7.98	22.68	13.16	27.97	2
3	13.16	27.97	18.95	29.09	2
4	18.95	29.09	21.22	29.92	2
5	21.22	29.92	24.55	30.87	1
6	24.55	30.87	24.55	34.34	1
7	24.55	34.34	25.80	34.34	1
8	25.80	34.34	25.80	34.19	1
9	25.80	34.19	31.05	34.32	1
10	31.05	34.32	36.30	34.15	1
11	36.30	34.15	37.05	34.06	2
12	37.05	34.06	37.33	34.91	2
13	37.33	34.91	38.83	34.91	2
14	38.83	34.91	41.18	36.32	2
15	41.18	36.32	41.97	36.32	2
16	41.97	36.32	42.62	35.67	2
17	42.62	35.67	43.24	35.67	2
18	43.24	35.67	44.59	37.02	2
19	44.59	37.02	54.31	38.24	2
20	54.31	38.24	60.00	39.31	2
21	21.22	29.92	23.80	27.34	2
22	23.80	27.34	26.35	27.34	2
23	26.35	27.34	31.33	32.31	2
24	31.33	32.31	33.13	32.70	2
25	33.13	32.70	36.30	34.15	2



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 250 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

### ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

#### 2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.10	2.00	.00	29.26	.00	.00	1
2	2.05	1.95	.40	21.31	.00	.00	1



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 251 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 2 BOUNDARIES  
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	24.25	34.34	24.25	16.34
2	25.75	34.34	25.75	16.34



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 252 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 8 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.85
2	13.16	24.37
3	22.80	26.89
4	26.51	27.02
5	30.23	29.30
6	40.03	32.48
7	44.59	33.42
8	60.00	35.71



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 253 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

10 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 1 POINTS EQUALLY SPACED  
ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 8.00 m  
AND X = 8.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 50.00 m  
AND X = 60.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION  
AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

3.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 254 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 27.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.39	20.89
3	12.96	19.34
4	15.69	18.09
5	18.53	17.14
6	21.47	16.51
7	24.45	16.21
8	27.45	16.23
9	30.43	16.58
10	33.35	17.25
11	36.19	18.25
12	38.89	19.54
13	41.44	21.12
14	43.80	22.97
15	45.94	25.07
16	47.85	27.39
17	49.48	29.91
18	50.83	32.59
19	51.88	35.40
20	52.55	38.02

\*\*\* 1.498 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 22 COORDINATE POINTS (R= 31.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.02	19.42
4	15.74	18.15
5	18.56	17.15
6	21.47	16.41
7	24.44	15.96
8	27.43	15.79
9	30.43	15.90
10	33.40	16.30
11	36.33	16.98
12	39.17	17.93
13	41.91	19.15
14	44.53	20.62
15	46.99	22.33
16	49.28	24.27
17	51.37	26.42
18	53.26	28.76
19	54.91	31.26
20	56.32	33.91
21	57.47	36.68
22	58.17	38.97

\*\*\* 1.503 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.33 m)



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 255 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.01	19.41
4	15.73	18.13
5	18.54	17.11
6	21.45	16.35
7	24.41	15.86
8	27.40	15.65
9	30.40	15.72
10	33.38	16.07
11	36.31	16.69
12	39.18	17.58
13	41.95	18.73
14	44.60	20.13
15	47.11	21.77
16	49.46	23.64
17	51.63	25.72
18	53.59	27.99
19	55.33	30.43
20	56.84	33.02
21	58.11	35.74
22	59.11	38.57
23	59.27	39.17

\*\*\* 1.509 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.25 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.41	20.91
3	12.97	19.35
4	15.66	18.03
5	18.47	16.97
6	21.36	16.17
7	24.31	15.64
8	27.30	15.40
9	30.30	15.43
10	33.29	15.74
11	36.23	16.32
12	39.10	17.18
13	41.89	18.30
14	44.56	19.67
15	47.08	21.28
16	49.45	23.13
17	51.64	25.18
18	53.63	27.43
19	55.39	29.85
20	56.93	32.43
21	58.22	35.14
22	59.25	37.95
23	59.59	39.23

\*\*\* 1.528 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 25.67 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
--------------	---------------	---------------





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 256 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.77	19.08
4	15.44	17.70
5	18.25	16.65
6	21.16	15.94
7	24.14	15.57
8	27.14	15.55
9	30.12	15.88
10	33.04	16.55
11	35.87	17.56
12	38.55	18.89
13	41.07	20.53
14	43.37	22.45
15	45.44	24.63
16	47.24	27.03
17	48.74	29.62
18	49.94	32.37
19	50.80	35.25
20	51.26	37.86

\*\*\* 1.570 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 30.08 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.75	19.04
4	15.37	17.58
5	18.12	16.40
6	20.98	15.49
7	23.92	14.87
8	26.90	14.54
9	29.90	14.52
10	32.89	14.79
11	35.83	15.36
12	38.71	16.22
13	41.48	17.36
14	44.13	18.77
15	46.62	20.44
16	48.94	22.34
17	51.05	24.47
18	52.94	26.80
19	54.59	29.31
20	55.99	31.96
21	57.11	34.75
22	57.95	37.63
23	58.20	38.97

\*\*\* 1.608 \*\*\*



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**  
**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud**  
**4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**  
**OPERE D'ARTE MINORI:**  
**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**  
 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 257 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

## CONDIZIONE SISMICA SENZA ACCIDENTALE

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

E

```

$ $ $$$ $$$ $$$$ $$$ $$$ $$$$$ $ $$$$$ $
$$ $$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $$$$ $ $ $ $$$ $ $ $ $ $$$ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $$$$ $ $ $
$ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $ $
$ $ $$$ $$$ $ $ $$$ $$$ $ $ $ $$$ $$$$$ $$$$$
ver. 2.03
  
```

F

DEVELOPED BY  
 RONALD A. SIEGEL  
 GRADUATE INSTRUCTOR IN RESEARCH  
 PURDUE UNIVERSITY

MICRO CONVERSION AND REVISION BY  
 Ing. C. MADIAI and Ing. M. PERINI  
 (C) studio I.S.G. - Firenze

GENERAL SOLUTION OF SLOPE STABILITY  
 PROBLEMS BY A TWO DIMENSIONAL  
 LIMITING EQUILIBRIUM METHOD

PROBLEM DESCRIPTION .. CONDIZIONI SISMICA NEGATIVA

COMMISSIONED BY ..... STABILITA' MU02-S1

LOCATION .....



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag.di Pag. 258 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

### BOUNDARY COORDINATES

20 TOP BOUNDARIES  
25 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	20.00	7.98	22.68	2
2	7.98	22.68	13.16	27.97	2
3	13.16	27.97	18.95	29.09	2
4	18.95	29.09	21.22	29.92	2
5	21.22	29.92	24.55	30.87	1
6	24.55	30.87	24.55	34.34	1
7	24.55	34.34	25.80	34.34	1
8	25.80	34.34	25.80	34.19	1
9	25.80	34.19	31.05	34.32	1
10	31.05	34.32	36.30	34.15	1
11	36.30	34.15	37.05	34.06	2
12	37.05	34.06	37.33	34.91	2
13	37.33	34.91	38.83	34.91	2
14	38.83	34.91	41.18	36.32	2
15	41.18	36.32	41.97	36.32	2
16	41.97	36.32	42.62	35.67	2
17	42.62	35.67	43.24	35.67	2
18	43.24	35.67	44.59	37.02	2
19	44.59	37.02	54.31	38.24	2
20	54.31	38.24	60.00	39.31	2
21	21.22	29.92	23.80	27.34	2
22	23.80	27.34	26.35	27.34	2
23	26.35	27.34	31.33	32.31	2
24	31.33	32.31	33.13	32.70	2
25	33.13	32.70	36.30	34.15	2



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 259 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	2.10	2.00	.00	29.26	.00	.00	1
2	2.05	1.95	.40	21.31	.00	.00	1

A HORIZONTAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT  
OF .084 AS BEEN ASSIGNED

A VERTICAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT  
OF -.042 AS BEEN ASSIGNED

CAVITATION PRESSURE = .0 t/mq



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 260 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 2 BOUNDARIES  
OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	24.25	34.34	24.25	16.34
2	25.75	34.34	25.75	16.34



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 261 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = .98

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 8 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	.00	19.85
2	13.16	24.37
3	22.80	26.89
4	26.51	27.02
5	30.23	29.30
6	40.03	32.48
7	44.59	33.42
8	60.00	35.71



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 262 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM  
TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED  
THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

10 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 1 POINTS EQUALLY SPACED  
ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 8.00 m  
AND X = 8.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 50.00 m  
AND X = 60.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION  
AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

3.00 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 263 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

==== Analisi di stabilita' dei pendii: metodi all'equilibrio limite =====

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL  
FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL  
FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 22 COORDINATE POINTS (R= 31.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.02	19.42
4	15.74	18.15
5	18.56	17.15
6	21.47	16.41
7	24.44	15.96
8	27.43	15.79
9	30.43	15.90
10	33.40	16.30
11	36.33	16.98
12	39.17	17.93
13	41.91	19.15
14	44.53	20.62
15	46.99	22.33
16	49.28	24.27
17	51.37	26.42
18	53.26	28.76
19	54.91	31.26
20	56.32	33.91
21	57.47	36.68
22	58.17	38.97

\*\*\* 1.139 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.33 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.43	20.94
3	13.01	19.41
4	15.73	18.13
5	18.54	17.11
6	21.45	16.35
7	24.41	15.86
8	27.40	15.65
9	30.40	15.72
10	33.38	16.07
11	36.31	16.69
12	39.18	17.58
13	41.95	18.73
14	44.60	20.13
15	47.11	21.77
16	49.46	23.64
17	51.63	25.72
18	53.59	27.99
19	55.33	30.43
20	56.84	33.02
21	58.11	35.74
22	59.11	38.57
23	59.27	39.17

\*\*\* 1.141 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 32.25 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 264 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	10.41	20.91
3	12.97	19.35
4	15.66	18.03
5	18.47	16.97
6	21.36	16.17
7	24.31	15.64
8	27.30	15.40
9	30.30	15.43
10	33.29	15.74
11	36.23	16.32
12	39.10	17.18
13	41.89	18.30
14	44.56	19.67
15	47.08	21.28
16	49.45	23.13
17	51.64	25.18
18	53.63	27.43
19	55.39	29.85
20	56.93	32.43
21	58.22	35.14
22	59.25	37.95
23	59.59	39.23

\*\*\* 1.154 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 27.38 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.39	20.89
3	12.96	19.34
4	15.69	18.09
5	18.53	17.14
6	21.47	16.51
7	24.45	16.21
8	27.45	16.23
9	30.43	16.58
10	33.35	17.25
11	36.19	18.25
12	38.89	19.54
13	41.44	21.12
14	43.80	22.97
15	45.94	25.07
16	47.85	27.39
17	49.48	29.91
18	50.83	32.59
19	51.88	35.40
20	52.55	38.02

\*\*\* 1.154 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS (R= 25.67 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.77	19.08
4	15.44	17.70
5	18.25	16.65
6	21.16	15.94
7	24.14	15.57
8	27.14	15.55
9	30.12	15.88
10	33.04	16.55
11	35.87	17.56
12	38.55	18.89
13	41.07	20.53
14	43.37	22.45
15	45.44	24.63
16	47.24	27.03
17	48.74	29.62
18	49.94	32.37
19	50.80	35.25
20	51.26	37.86

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 265 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

\*\*\* 1.215 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 30.08 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.28	20.75
3	12.75	19.04
4	15.37	17.58
5	18.12	16.40
6	20.98	15.49
7	23.92	14.87
8	26.90	14.54
9	29.90	14.52
10	32.89	14.79
11	35.83	15.36
12	38.71	16.22
13	41.48	17.36
14	44.13	18.77
15	46.62	20.44
16	48.94	22.34
17	51.05	24.47
18	52.94	26.80
19	54.59	29.31
20	55.99	31.96
21	57.11	34.75
22	57.95	37.63
23	58.20	38.97

\*\*\* 1.220 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 24 COORDINATE POINTS (R= 30.59 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.22	20.68
3	12.62	18.88
4	15.19	17.33
5	17.90	16.04
6	20.72	15.02
7	23.62	14.28
8	26.59	13.83
9	29.59	13.67
10	32.58	13.81
11	35.55	14.23
12	38.47	14.95
13	41.30	15.95
14	44.01	17.22
15	46.59	18.75
16	49.01	20.52
17	51.25	22.53
18	53.27	24.74
19	55.07	27.14
20	56.63	29.70
21	57.93	32.41
22	58.95	35.23
23	59.70	38.13
24	59.88	39.29

\*\*\* 1.258 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 21 COORDINATE POINTS (R= 26.06 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.20	20.66
3	12.61	18.88



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 266 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

4	15.22	17.39
5	17.97	16.21
6	20.85	15.35
7	23.80	14.83
8	26.80	14.66
9	29.79	14.82
10	32.75	15.33
11	35.63	16.18
12	38.39	17.35
13	41.00	18.83
14	43.42	20.60
15	45.62	22.64
16	47.58	24.92
17	49.26	27.40
18	50.64	30.07
19	51.71	32.87
20	52.44	35.78
21	52.75	38.04

\*\*\* 1.264 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 28.72 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.18	20.64
3	12.57	18.82
4	15.13	17.26
5	17.84	15.97
6	20.66	14.97
7	23.58	14.27
8	26.56	13.88
9	29.56	13.81
10	32.55	14.04
11	35.50	14.59
12	38.37	15.44
13	41.15	16.58
14	43.78	18.01
15	46.26	19.71
16	48.54	21.65
17	50.61	23.82
18	52.45	26.20
19	54.02	28.75
20	55.32	31.46
21	56.33	34.28
22	57.04	37.20
23	57.26	38.79

\*\*\* 1.277 \*\*\*

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 23 COORDINATE POINTS (R= 27.43 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	8.00	22.70
2	10.12	20.58
3	12.46	18.70
4	14.99	17.09
5	17.69	15.77
6	20.51	14.75
7	23.42	14.04
8	26.40	13.65
9	29.40	13.59
10	32.38	13.86
11	35.33	14.46
12	38.18	15.37
13	40.93	16.58
14	43.52	18.09
15	45.93	19.88
16	48.13	21.91
17	50.10	24.18
18	51.81	26.64
19	53.24	29.28
20	54.38	32.06
21	55.20	34.94



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI:

**Muro di sottoscarpa dal km 0+922 al km 0+939**

- Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0002	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. E	Pag. di Pag. 267 di 267
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------------

22            55.71            37.90  
23            55.74            38.51

\*\*\*    1.312    \*\*\*