


## 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 – SFERZIA




### PROGETTO ESECUTIVO

<p><b>CONTRAENTE GENERALE:</b></p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Federico Montanari</p>	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Salvatore Lieto</p>
--	---	--

**PROGETTAZIONE:** Associazione Temporanea di Imprese

*Mandataria:*

			
--	--	---	--

<p><b>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI</b></p> <p>Ing. Antonio Grimaldi</p> <p><b>GEOLOGO</b> Dott. Geol. Fabrizio Pontoni</p> <p><b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> Ing. Michele Curiale</p>			
---	---	--	---

<p><b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p>Ing. Iginio Farotti</p>		
---	--	--

<p><b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> 3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud) 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia) <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b> Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali</p>	<p><b>SCALA:</b> -</p> <p><b>DATA:</b> Settembre 2020</p>
---	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Marzo 2020	Emissione	PROGIN	G. Furlani	S. Lieto	A. Grimaldi
B	Settembre 2020	Emissione a seguito istruttoria ANAS	PROGIN	G. Furlani	S. Lieto	A. Grimaldi

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	
	<b>8</b>	
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
1.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
1.3	SOFTWARE DI CALCOLO .....	9
1.3.1	Validazione di programmi di calcolo.....	9
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E DELLE OPERE PRINCIPALI.....</b>	
	<b>10</b>	
<b>3.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	
	<b>11</b>	
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA.....	11
3.2	PROBLEMATICHE GEOMORFOLOGICHE .....	14
3.2.1	Interferenza aree potenzialmente instabili con le opere.....	35
<b>4.</b>	<b>INDAGINI GEOTECNICHE.....</b>	
	<b>37</b>	
4.1	GENERALITÀ .....	37
4.2	CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2002 .....	37
4.2.1	Prove pressiometriche in foro .....	38
4.2.2	Prove di permeabilità .....	40
4.2.3	Indagini sismiche .....	40
4.2.4	Prove di laboratorio .....	41
4.3	CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2004 .....	44
4.3.1	Prove pressiometriche in foro tipo Menard .....	45
4.3.2	Indagini sismiche .....	46
4.3.3	Prove di laboratorio .....	46
4.4	CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2006-2007 .....	49
4.4.1	Lecture inclinometriche.....	49
4.4.2	Prove di laboratorio .....	50
4.5	CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2017 .....	52
4.5.1	Lecture inclinometriche.....	55
4.5.2	Prove di laboratorio .....	55
4.6	CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2020 .....	62
<b>5.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	
	<b>66</b>	
5.1	DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE .....	66
5.2	CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE.....	67
5.2.1	Premessa .....	67

5.2.2	Depositi incoerenti .....	67
5.2.3	Depositi coesivi.....	72
5.3	DEPOSITI ELUVIO COLLUVIALI LIMOSO ARGILLOSI – UNITÀ EC <sub>LA</sub> .....	76
5.4	ACCUMOLI DI FRANA – UNITÀ A .....	77
5.5	DEPOSITI ALLUVIONALI LIMOSO ARGILLOSI – UNITÀ A <sub>LA</sub> .....	78
5.6	DEPOSITI ALLUVIONALI GHIAIOSO SABBIOSI (UNITÀ A <sub>G</sub> ) E SABBIOSI (UNITÀ A <sub>S</sub> ) 79	
5.7	DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI ANTICHI – UNITÀ AATE.....	80
5.8	DEPOSITI DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO – UNITÀ S <sub>ALT</sub> .....	81
5.9	FORMAZIONE DI CAMERINO - UNITÀ PA / UNITÀ AP.....	82
5.9.1	Generalità e caratteristiche fisiche.....	82
5.9.2	Parametri di resistenza.....	84
5.9.3	Parametri di deformabilità.....	85
5.9.4	Permeabilità .....	85
5.10	FORMAZIONE DELLO SCHLIER - S <sub>CH</sub> .....	85
5.11	FORMAZIONE DEL BISCIARO - BI.....	86
5.12	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	87
5.13	FALDA .....	149
<b>6.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>152</b>
6.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	152
6.2	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO .....	155
6.3	LIQUEFAZIONE .....	159
<b>7.</b>	<b>METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI161</b>	
7.1	ANALISI AGLI STATI LIMITE .....	161
7.2	METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI	162
7.2.1	Portata laterale.....	163
7.2.2	Portata di base .....	166
7.2.3	Determinazione della resistenza di progetto a trazione .....	168
7.3	PREMESSA - CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI.....	168
7.4	VIADOTTO CASTELRAIMONDO .....	168
7.4.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	169
7.4.2	Calcolo della capacità portante .....	176
7.5	VIADOTTO VALLONE.....	186
7.5.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	186
7.5.2	Calcolo della capacità portante .....	191
7.6	VIADOTTO S. ANNA.....	201
7.6.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	201
7.6.2	Calcolo della capacità portante .....	205
7.7	VIADOTTO S. PIETRO .....	209

7.7.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	209
7.7.2	Calcolo della capacità portante .....	213
<b>7.8</b>	<b>VIADOTTO POTENZA .....</b>	<b>217</b>
7.8.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	217
7.8.2	Calcolo della capacità portante .....	224
<b>7.9</b>	<b>VIADOTTO CESARA .....</b>	<b>236</b>
7.9.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	236
7.9.2	Calcolo della capacità portante .....	242
<b>7.10</b>	<b>VIADOTTO PALENTE .....</b>	<b>249</b>
7.10.1	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo .....	249
7.10.2	Calcolo della capacità portante .....	255
<b>8.</b>	<b>PALIFICATE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>259</b>
8.1	COMPORTAMENTO DEL PALO SOGGETTO AI CARICHI ORIZZONTALI - MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO .....	259
8.2	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO .....	260
<b>9.</b>	<b>VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI .....</b>	<b>262</b>
9.1	PREMESSA .....	262
9.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI .....	262
9.2.1	Determinazione della zona compressibile Hc .....	262
9.2.2	Tipi di cedimento .....	263
9.2.3	Valutazione teorica dei vari tipi di cedimento .....	265
9.2.4	Determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti .....	265
9.3	ANALISI DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI .....	269
9.3.1	Sezioni di calcolo e parametri geotecnici .....	269
9.3.2	Risultati .....	281
<b>10.</b>	<b>ANALISI DI STABILITA' DELLE SCARPATE .....</b>	<b>284</b>
10.1	METODOLOGIE DI CALCOLO .....	284
10.1.1	Carichi .....	285
10.1.2	Azioni sismiche per analisi di stabilità .....	285
10.2	SEZIONI DI CALCOLO .....	285
10.3	RISULTATI .....	288
<b>11.</b>	<b>RIUTILIZZO DEI TERRENI DA SCAVO .....</b>	<b>298</b>
<b>12.</b>	<b>PIANO DI POSA .....</b>	<b>306</b>



### 13. TRATTAMENTO A

#### CALCE .....

**309**

13.1	STUDIO MISCELE IN LABORATORIO .....	309
13.1.1	Preparazione dei campioni.....	309
13.1.2	Prove di laboratorio .....	309
13.1.3	Risultati delle prove di laboratorio e conclusioni .....	310

### 14. APPENDICE A. CAPACITA' PORTANTE PALI. TABULATI DI CALCOLO

#### PAL 312

14.1	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1).....	312
14.2	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 2 (PILE 1, 2, 3, 4) .....	321
14.3	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2 E PILA 5) .....	331
14.4	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1) .....	341
14.5	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 2 (PILE 1, 2, 3, 4) .....	350
14.6	VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2) .....	360
14.7	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1) .....	369
14.8	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE P1, P2).....	379
14.9	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2+P3+P4) .....	389
14.10	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1) .....	399
14.11	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE P1, P2).....	409
14.12	VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2+P3+P4) .....	419
14.13	VI S. ANNA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE E PILE) .....	429
14.14	VI S. ANNA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE E PILE) .....	439
14.15	VI S. PIETRO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) .....	449
14.16	VI S. PIETRO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE).....	459
14.17	VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	6 di 654

(COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 1 (P1 + P2 + P3 + P4).....	468
<b>14.18</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (SP1 + P5).....	477
<b>14.19</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 3 (SP2).....	486
<b>14.20</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (P1 + P2 + P3 + P4).....	494
<b>14.21</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (SP1 + P5).....	502
<b>14.22</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 3 (SP2).....	510
<b>14.23</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). P2, P3, P4 CON SCALZAMENTO (STRATIGRAFIA 1).....	518
<b>14.24</b> VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). P2, P3, P4 CON SCALZAMENTO (STRATIGRAFIA 1).....	526
<b>14.25</b> VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE).....	534
<b>14.26</b> VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE).....	543
<b>14.27</b> VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE).....	553
<b>14.28</b> VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE).....	563
<b>14.29</b> VI PALENTE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1200 MM (COMPRESSIONE) (SPALLE).....	573
<b>14.30</b> VI PALENTE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D= 1200 MM (TRAZIONE) (SPALLE).....	583

### 15. APPENDICE B. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED 594

<b>15.1</b> SEZIONE KM 3+160 – CEDIMENTO TOTALE.....	594
<b>15.2</b> SEZIONE KM 3+160 – CEDIMENTO IMMEDIATO.....	597
<b>15.3</b> SEZIONE KM 3+160 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO.....	600
<b>15.4</b> SEZIONE KM 3+940 – CEDIMENTO TOTALE.....	601
<b>15.5</b> SEZIONE KM 7+240 – CEDIMENTO TOTALE.....	604
<b>15.6</b> SEZIONE KM 7+240 – CEDIMENTO IMMEDIATO.....	607
<b>15.7</b> SEZIONE KM 7+240 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO.....	610
<b>15.8</b> SEZIONE KM 8+960 – CEDIMENTO TOTALE.....	611
<b>15.9</b> SEZIONE KM 8+960 – CEDIMENTO IMMEDIATO.....	614
<b>15.10</b> SEZIONE KM 8+960 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO.....	617

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

### 16. APPENDICE C. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO

#### SLIDE ..... 618

16.1	TRINCEA SEZ. KM 0+420– ANALISI STABILITÀ SLU.....	618
16.2	TRINCEA SEZ. KM 2+500 – ANALISI STABILITÀ SLU.....	623
16.3	TRINCEA SEZ. KM 2+100 – ANALISI STABILITÀ SLU.....	629
16.4	RILEVATO HMAX=8M CON BERMA – ANALISI STABILITÀ SLU.....	634
16.5	RILEVATO HMAX=5M SENZA BERMA – ANALISI STABILITÀ SLU.....	642
16.6	RILEVATO KM 8+960 – ANALISI STABILITÀ SLU.....	648

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 8 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione viene riportata la caratterizzazione geotecnica-geomeccanica per il tracciato del 3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud) e 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia) della Pedemontana delle Marche – Progetto Esecutivo e riabilitazione SP256.

In particolare nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- breve inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico;
- descrizione delle indagini geotecniche eseguite in sito ed in laboratorio;
- rilievo del livello di falda;
- descrizione dei criteri in base ai quali sono stati interpretati i risultati delle indagini geotecniche effettuate;
- interpretazione dei risultati delle indagini e definizione dei parametri geotecnici, in termini di proprietà fisiche e meccaniche (resistenza al taglio e deformabilità), per le unità geotecniche intercettate lungo la viabilità;
- classificazione sismica del sito;
- caratterizzazione geotecnica in corrispondenza delle opere d'arte principali: stratigrafia, definizione dei parametri geotecnici di progetto, individuazione livello di falda;
- metodologie di calcolo generali per la valutazione della capacità portante assiale dei pali e calcolo portanza pali per viadotti/ponti/cavalcavia;
- caratterizzazione dei pali alle azioni orizzontali;
- analisi dei cedimenti dei rilevati e loro decorso nel tempo;
- verifica di stabilità delle scarpate di rilevati e trincee;
- piani di posa;
- trattamento a calce.

### 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);

[N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;

### 1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Alcune delle informazioni di seguito elaborate sono state acquisite mediante alcuni sopralluoghi effettuati sul sito di progetto e dall'esame della seguente documentazione:

[DR\_1]. L0703213E02GE0000REL01A – Progetto Esecutivo - "Relazione geologica, geomorfologica e geoidrologica generale"

[DR\_2]. L0703213E02GE0000PRF01A-04 – Progetto Esecutivo - "Profilo geologico".

[DR\_3]. L0703213E02GE0000PLA04-07 – Progetto Esecutivo - "Planimetria ubicazione indagini".

[DR\_4]. L0703213E02GE0000PRF05-011 – Progetto Esecutivo - "Profilo geotecnico".

[DR\_5]. L0703213E02GE0000REL04A – Progetto Esecutivo - "Relazione illustrativa sulle indagini geognostiche".

[DR\_6]. L0703213E02GE0000REL05A - Progetto Esecutivo - "Raccolta dei certificati delle prove di laboratorio".

[DR\_7]. Indagini sismiche. Falconara M.ma (AN), 04 Settembre 2020. Geco Srl Servizi Geologici e Indagini 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera LO703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 9 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

### 1.3 SOFTWARE DI CALCOLO

Le analisi La presente relazione è stata redatta utilizzando i seguenti programmi di calcolo:

- CED (G. Guiducci, versione 2000). Studio Sintesi, Rimini (RN), Italia.  
Programma che permette di determinare il cedimento totale, immediato di rilevato e/o impronte di carico generiche.
- PAL (G. Guiducci, versione 2006). Studio Sintesi, Rimini (RN), Italia.  
Programma che permette di valutare la capacità portante per pali singoli di fondazione soggetti a carichi assiali. Sono implementati diverse metodologie di calcolo di portata laterale e di base pubblicati in letteratura tecnica. L'elaborazione opera secondo somma di contributi unitari.
- MR (G. Guiducci, versione 1996). Studio Sintesi, Rimini (RN), Italia.  
Programma che permette di studiare problema dei pali caricati trasversalmente. Lo studio dell'interazione tra palo e terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock-Reese che si basa sul modello di suolo alla Winkler. Noto il valore del taglio a testa palo si può ricavare il valore del parametro  $\lambda$  che fornisce il momento a testa palo, nella condizione di vincolo esterno di palo incastrato nel plinto di fondazione.
- Slide 7 - Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience.

#### 1.3.1 Validazione di programmi di calcolo

Per i programmi citati, con riferimento al paragrafo 10.2 del D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n° 617/09 C.S.LL.PP., si dichiara che:

- i risultati dei calcoli eseguiti con l'utilizzo del calcolatore sono stati verificati dal progettista;
- i risultati presentati nelle forme allegate al progetto ne garantiscano la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità;
- l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata attraverso esame preliminare, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;
- la validazione dei codici di calcolo è stata verificata per confronto con soluzioni semplificate con metodi tradizionali, sia dall'esame della documentazione fornita dal produttore/distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione generale del codice.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

## 2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO E DELLE OPERE PRINCIPALI

Il tracciato stradale in oggetto comprende (dal km 0+000 al km13+118):

- 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud
- 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia
- Riabilitazione SP256.

Le opere d'arte principali sono le seguenti

Viadotto/Ponte	Viadotto Castelraimondo
	Viadotto Vallone
	Viadotto S. Anna
	Viadotto S. Pietro
	Viadotto S. Potenza
	Viadotto Cesara
	Viadotto Palente
	Ponte Varano
Galleria naturale	Mecciano
	S. Anna
	S. Barbara
Galleria artificiale	Feggiano II
	Seano

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

Si riportano di seguito le descrizioni delle formazioni presenti nell'area, dalla più antica alla più recente.

Le unità stratigrafiche affioranti nell'area oggetto di studio sono dal basso verso l'alto: la Formazione dello Schlier, la Formazione di Camerino e la Formazione gessoso-solfifera.

##### Formazione dello Schlier

E' costituita da alternanze di marne, marne siltose calcaree e argillose, a volte arenacee, di colore grigio e da calcari marnosi in quantità subordinata. In superficie la formazione è di colore chiaro a causa dell'alterazione. La stratificazione è medio-sottile, marcata solo in superficie dalla diversa resistenza agli elementi erosivi. Gli intervalli calcarenitici sono sviluppati soprattutto nella parte meridionale del bacino. La deposizione dello Schlier è avvenuta tra il Burdigaliano superiore e il Tortoniano, anche se il tetto varia in età da bacino a bacino. Lo spessore totale della formazione varia dai 150 ai 250 m in relazione alla difformità del fondo marino. La formazione dello Schlier rappresenta l'unità stratigrafica più antica direttamente interessata dal tracciato in progetto ed è attraversata dalla galleria naturale "Croce di Calle" e da un tratto di galleria artificiale "Mistranello".

##### Formazione di Camerino

Su questa formazione si sviluppa per la maggior parte il tracciato in progetto. Si tratta nel complesso di torbiditi pelitiche, pelitico-arenacee, arenaceo-pelitiche, variamente associate tra loro e che presentano, soprattutto nelle porzioni pelitiche, caratteri analoghi alla sovrastante Formazione gessoso-solfifera, indicando un passaggio graduale, a carattere transizionale, con la sovrastante formazione stessa.

Il Bacino di Camerino è suddiviso in due sub-bacini attraverso un allungato "alto strutturale" costituito dalla Formazione dello Schlier (dorsale longitudinale Argignano – M. Gallo) che si raccorda alle laterali zone depresse (sub-bacino di Collamato ad ovest e sub-bacino di Matelica ad est) tramite faglie normali sinsedimentarie. Nel sub-bacino di Matelica si sviluppa il tracciato in progetto, un sub-bacino variamente articolato sia longitudinalmente, con graduale approfondimento da nord, in cui era presente un margine più rialzato, verso sud, sia trasversalmente con un profilo asimmetrico con la parte più profonda verso est.

In questa articolata paleo-depressione la successione verticale delle torbiditi si differenzia da zona a zona.

Le litofacies individuate tramite il rilievo geologico in scala 1:5000, molto basato su criteri morfologici, sono state confermate e dettagliate nel rilievo in scala 1:000 alla luce soprattutto dell'analisi e rielaborazione dei sondaggi. Detta analisi è stata condotta determinando lo spessore e la posizione degli strati litoidi o semi-litoidi (arenarie) e degli strati pelitico-marnosi, al fine di poter applicare il criterio del rapporto arenaria/pelite secondo la classificazione A.G.I. (1979).

L'ubicazione delle colonne stratigrafiche così definite sul profilo geologico longitudinale, unitamente ai caratteri litologici e analisi di facies, ha permesso la correlazione dei vari orizzonti per lunghezze significative ed apprezzabili in relazione alle distanze coinvolte dal progetto. Il riconoscimento di seppur sporadici livelli guida è stato di ausilio per l'interpretazione della struttura del sottosuolo.

Nell'ambito della Formazione di Camerino coinvolta dalle opere di progetto sono state dunque



riconosciute le seguenti litofacies: associazione pelitica; associazione pelitico-arenacea; associazione arenaceo-pelitica.

La distinzione ed individuazione delle litofacies, oltre che su caratteri macroscopici, è stata eseguita attraverso dati quantitativi, ovvero attraverso il calcolo del rapporto arenaria/pelite (A/P), definendo per ogni litofacies un campo di valori rappresentativo.

#### **Associazione pelitica – Rapporto $0 \leq A/P \leq 0,2$**

E' costituita da marne argillo-siltose scure, a stratificazione sottile o localmente media, laminate, con sequenze di Bouma del tipo Te; localmente sono presenti subordinate intercalazioni di strati arenacei o siltitici a spessore sottile e medio, a grana fine, con sequenze di Bouma principalmente del tipo Tde Tce.

Va segnalato che le porzioni pelitiche contengono sovente materia organica, resti di carbone, livelli a diatomiti e rari e sottili livelli lenticolari di calcari marnosi compatti, hanno superfici di strato lisce ed untuose al tatto, risultando nel complesso fetide.

#### **Associazione pelitico-arenacea – Rapporto $0,2 \leq A/P \leq 1$**

E' costituita da una prevalenza di argille marnose ben stratificate di colore grigio scuro con intercalazioni subordinate di arenarie grigio-giallastre in strati sottili e medi, a grana da media a fine o finissima. Si rinvencono sequenze di Bouma del tipo Tac e qualche volta sequenze del tipo Tae come nel sondaggio A21.2.

Anche in questo caso gli orizzonti pelitici contengono sovente materia organica, resti di carbone, livelli a diatomiti, pirite e rari e sottili livelli lenticolari di calcari marnosi compatti, hanno superfici di strato lisce ed untuose al tatto, risultando nel complesso fetide.

#### **Associazione arenaceo-pelitica – Rapporto $A/P \geq 1$**

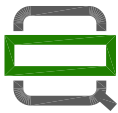
E' formata essenzialmente da arenarie grigiastre e giallastre, con granulometria da grossolana a fine, in strati da sottili a spessi, da cementate a mediamente cementate e da subordinate marne argilloso-siltose grigie. Si rinvencono prevalentemente sequenze di Bouma del tipo Ta Tac Tce e sequenze del tipo Tae come nel sondaggio A7.2.

All'interno di questa litofacies si rinvencono locali e sottili livelli caotici di materiale risedimentato, per lo più in prossimità della faglia/paleoscarpata e resti carboniosi e fetidi concentrati nelle porzioni pelitiche.

Il rapporto arenaria/pelite sebbene sia  $\geq 1$ , è comunque basso poiché al massimo e isolatamente raggiunge il valore 2,39.

Le **alluvioni terrazzate** dell'Appennino Umbro-Marchigiano sono suddivise secondo quattro principali ordini di terrazzi poligenici posti ad altezze variabili da pochi metri ad oltre 200 m sugli attuali fondi vallivi. I depositi alluvionali fluviali delle principali valli sono rappresentati da successioni (spessori fino a 30-35 m) prevalentemente ghiaiose con subordinate intercalazioni sabbiose o sabbioso-limose. La stratificazione è quasi sempre incrociata a grande scala, con tipico aspetto a "festoni", che permette di riferire i depositi in questione a corsi d'acqua a canali multipli intrecciati (braided).

I **depositi di versante** sono per la maggior parte rappresentati da coperture colluviali e accumuli caotici derivanti da movimenti di massa di varia estensione, per lo più riferibili all'Olocene. I depositi colluviali presenti nell'area studiata presentano una granulometria prevalentemente fine, condizionata dalla litologia delle formazioni del substrato da cui derivano. Sono infatti costituiti da argille limose, limi argilloso-sabbiosi e, subordinatamente sabbie limose, con ghiaie sparse e/o pezzame marnoso-calcareo o arenaceo eterometrico, localmente abbondante.



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 13 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### 3.2 PROBLEMATICHE GEOMORFOLOGICHE

Alla luce delle risultanze delle indagini geognostiche, dei rilievi geomorfologici in sito e delle cartografie PAI, lungo la viabilità si evidenziano alcuni corpi di frana, che talvolta interferiscono con il tracciato.

Nella campagna di indagine integrativa del 2017 sono state eseguite indagini ed installati inclinometri per il monitoraggio di queste zone in frana.

Nel seguito vengono riepilogate le zone in frana interferenti con il tracciato procedendo nel verso delle progressive crescenti. Nelle figure seguenti si riporta uno stralcio della carta geomorfologica con evidenza del corpo di frana e le misurazioni inclinometriche derivanti dall'ultima campagna d'indagine.

1. Area segnalata dal PAI nei pressi del viadotto Vallone tra le progressive 1+660 e 1+760 circa. La codifica del dissesto è F16-0707 (R1-P1), il movimento è di tipo scorrimento. Nell'area sono stati installate le strumentazioni X3.7 e X3.7bis (un inclinometro ed un piezometro).
2. Da rilievi geomorfologici in sito è stato individuato una zona con movimenti in corrispondenza della spalla 1 del viadotto "S. Anna" tra le progressive 2+093 e 2+160 circa. Nell'area è stato installato l'inclinometro X3.9.
3. Area segnalata dal PAI in corrispondenza delle pile centrali del viadotto "S. Anna" tra le progressive 2+200 e 2+250 circa. L'area è denominata F16-0945 (R1-P1).
4. In corrispondenza della spalla 1 e prime pile del viadotto S. Pietro tra le progressive 2+620 e 2+700, è segnalata una zona indicata con sigla F-16-0944 (R1-P2). Nell'area sono state installate le strumentazioni X3.10 e X3.10bis (un inclinometro ed un piezometro).
5. Un'area non segnalata dal PAI, denominata L3-1, interessa l'imbocco Nord della galleria naturale "Mecciano" tra le progressive 4+400 e 4+600 circa. Il dissesto è di tipo scorrimento, e interessa la coltre superficiale formata da terreni limo-argillosi. Il substrato è costituito dall'Associazione Pelitico-Arenacea della Formazione di Camerino. Nell'area sono state installate le strumentazioni SN2226, SN226bis, X3.19, X3.19bis.
6. Altra frana segnalata dal PAI è denominata F16-0694 (R1-P1), lambisce l'area dell'imbocco Sud della galleria "Mecciano" tra le progressive 5+310 e 5+445 circa. Nell'area è stato installato l'inclinometro X3.18bis.
7. Dopo il ponte Palente (dal km 9+550 al km9+650 circa), è individuata un'area di frana in cui sono state installate le strumentazioni inclinometriche SN2236 e X4.3bis.
8. Dalle progressive 10+520 e 10+830 circa, è segnalato il piede di un antico corpo di frana che più a monte interessa una vasta area già catalogata dal PAI. L'area catalogata PAI ha sigla F16-0683 (P3). Le strumentazioni inclinometriche installate nell'area sono SN2238 e X4.4.
9. Dalle progressive 11+780 a 12+070 circa è segnalato il piede di un antico corpo di frana che più a monte interessa una vasta area, già catalogata dal PAI con sigla F19-1694 (P3). Nell'area è installato l'inclinometro SN2242.
10. Proseguendo attorno al colle di Camerino, poco dopo lo svincolo per Muccia il tracciato dalle progressive 12+400 e 12+530 circa, attraversa un'altra area identificata come dissesto, facente parte del piede di un vecchio corpo di frana ubicato più a monte, denominato dal PAI F19-1682 (P3). Nell'area è installato l'inclinometro SN2244.
11. Dalle progressive 13+020 e 13+155 circa del tracciato si intercetta un vecchio corpo di frana facente parte di un'area di dissesto molto più ampia su cui nella zona sono già stati fatti interventi al fine di stabilizzare i movimenti gravitativi.
12. Anche nel tratto di by-pass Muccia è evidenziato un movimento gravitativo.
13. Relativamente alla SP256 dalla carta geomorfologica sono segnalati due corpi di frana che lambiscono il tracciato. Nel primo è stato eseguito un sondaggio strumentato con inclinometro che segnala un piccolo movimento di spessore 2m, per il secondo corpo di frana non si hanno

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 15 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

indagini e quindi la ricostruzione del movimento è eseguita in base ai rilievi geologici in sito (vedasi relazione geologica).

Frana n.	sigla PAI	da progressiva	a progressiva	opera	Indagini
1	F-16-0707	1660	1760	VI Vallone (pila 4 e spalla 2)	X3.7, X3.7bis
2	-	2093	2160	VI S. Anna (SP1)	X3.9
3	F-16-0945	2200	2250	VI S. Anna (P2 e P3)	no
4	F-16-0944	2620	2700	VI S. Pietro da SP1 a P3	X3.10, X3.10bis
5	-	4460	4600	Imbocco Mecciano Nord	SN2226, SN226bis, X3.19 X3.19bis
6	F-16-0694	5310	5445	Imbocco Mecciano Sud	X3.18bis
7	-	9500	9630	Rilevato dopo Palente	SN2236, X4.3bis
8	-	10520	10830	paratia+trincee drenanti	SN2238, X4.4
9	-	11780	12070	paratia	SN2242
10	-	12400	12530	rilevato+trincee drenanti	SN2244
11	-	13020	13155	paratia	-
12	-	Muccia 5150	5292	paratia	-

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 16 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

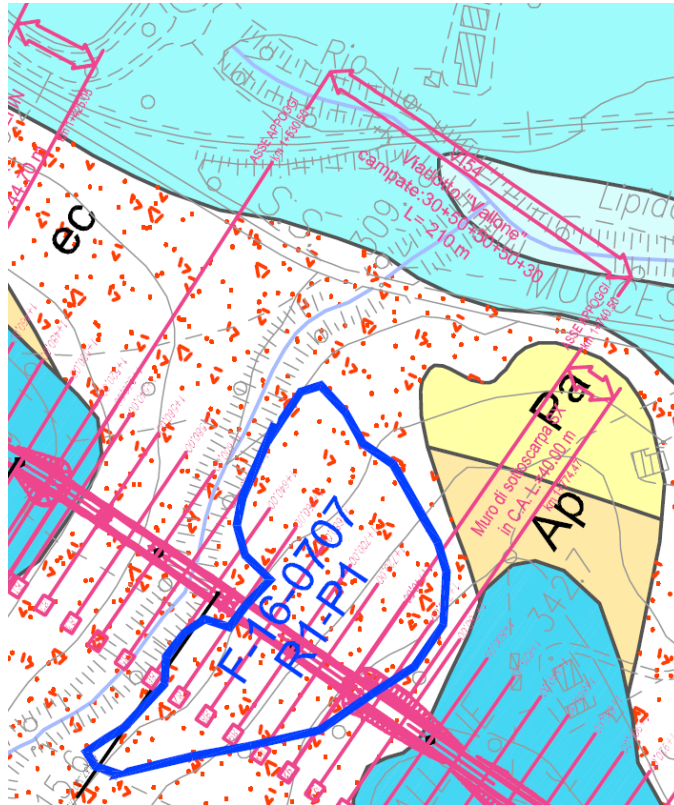


Figura 1 – Area 1 progressive 1+660 e 1+760 circa

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 17 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Ubicazione	PEDEMONTANA 3°-4° lotto
Nome tubo	X3.7
Azimut di riferimento (°)	9
Data lettura di zero	24/05/2017

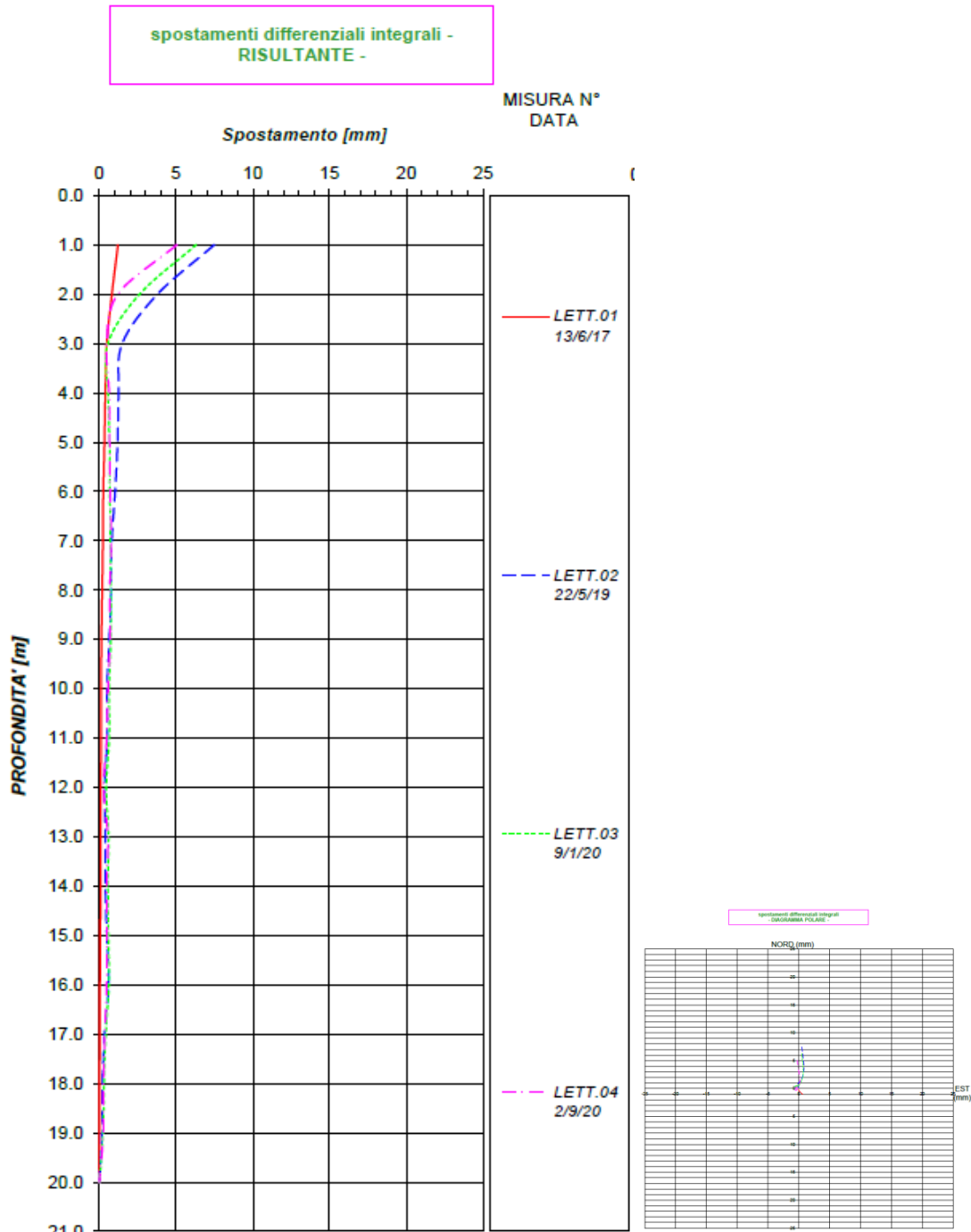


Figura 2 – Letture inclinometriche strumentazione Area 1 (progressive 1+660 e 1+760 circa)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 18 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

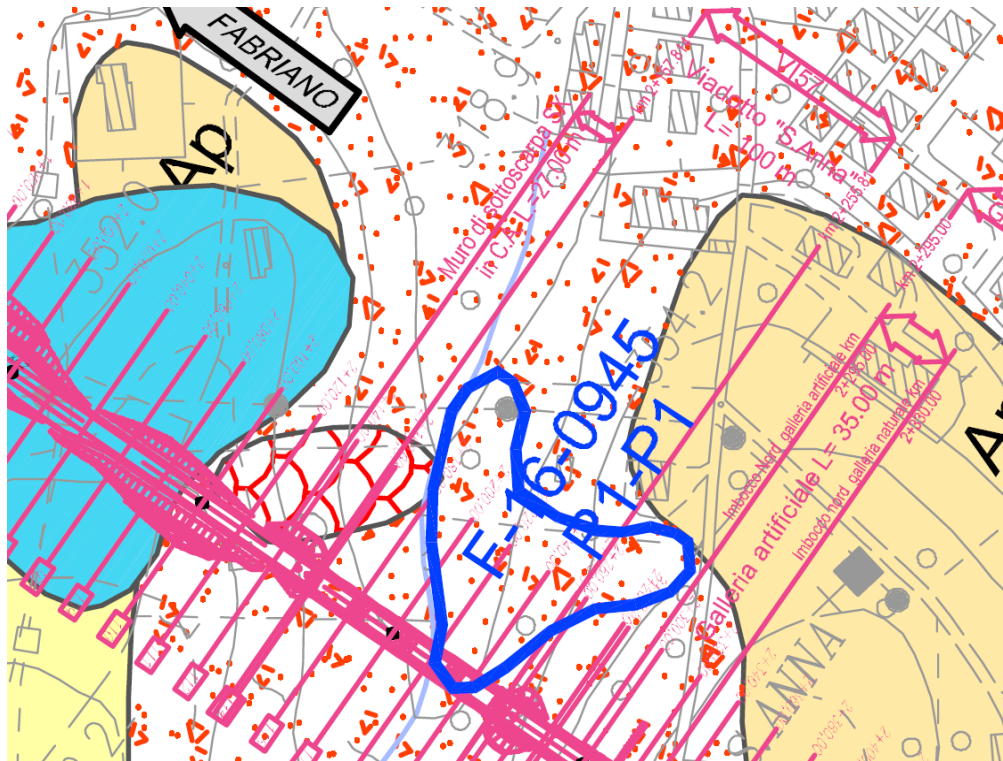


Figura 3 – Area 2 progressive 2+093 e 2+160 circa



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 19 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Ubicazione	PEDEMONTANA 3°-4° lotto
Nome tubo	X3.9
Azimet di riferimento (°)	334
Data lettura di zero	24/05/2017

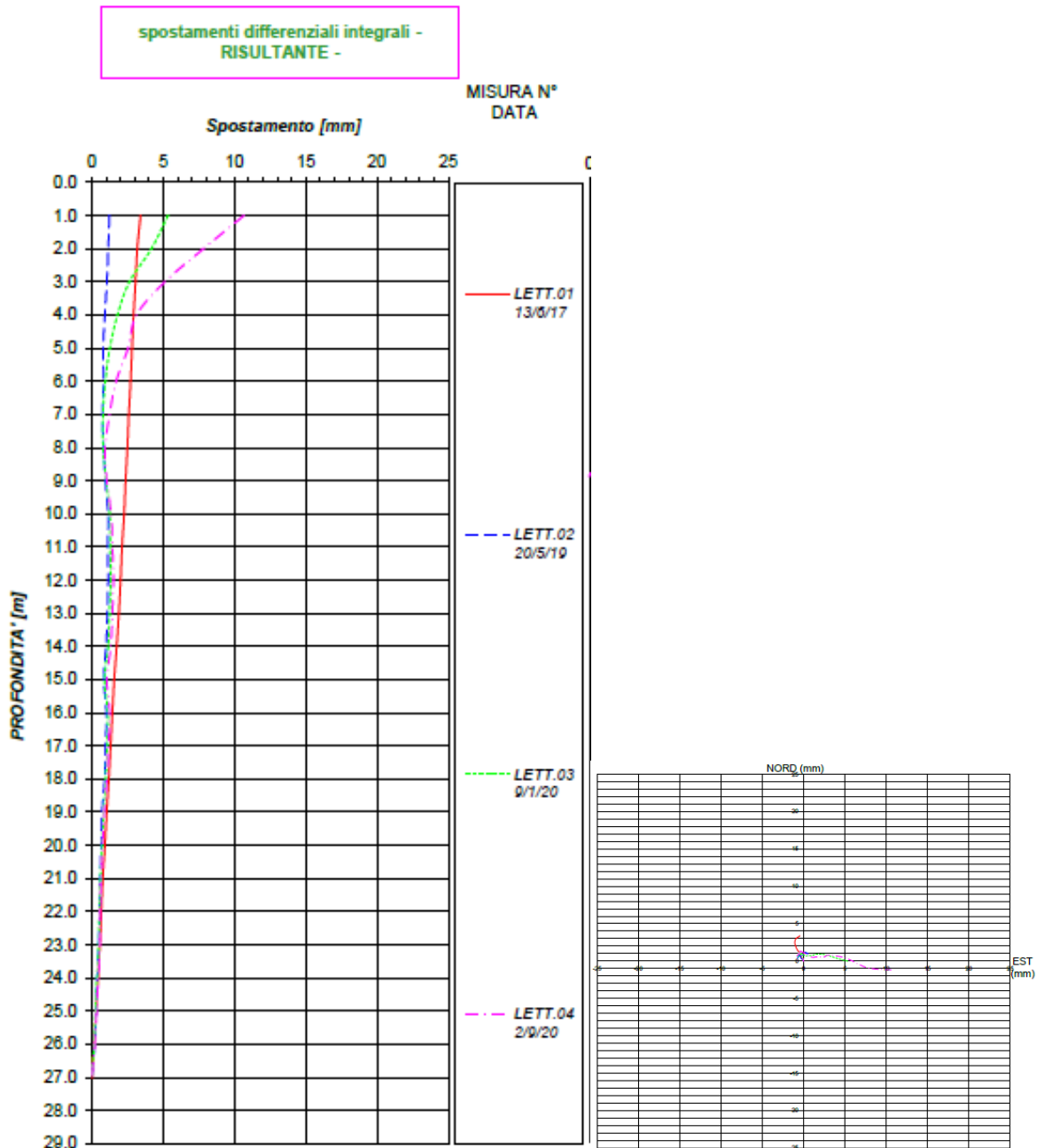


Figura 4 – Strumentazione inclinometrica Area 2 (progressive 2+093 e 2+160 circa)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 20 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------



Figura 5 – Area 3 progressive 2+200 e 2+250 circa

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	21 di 654

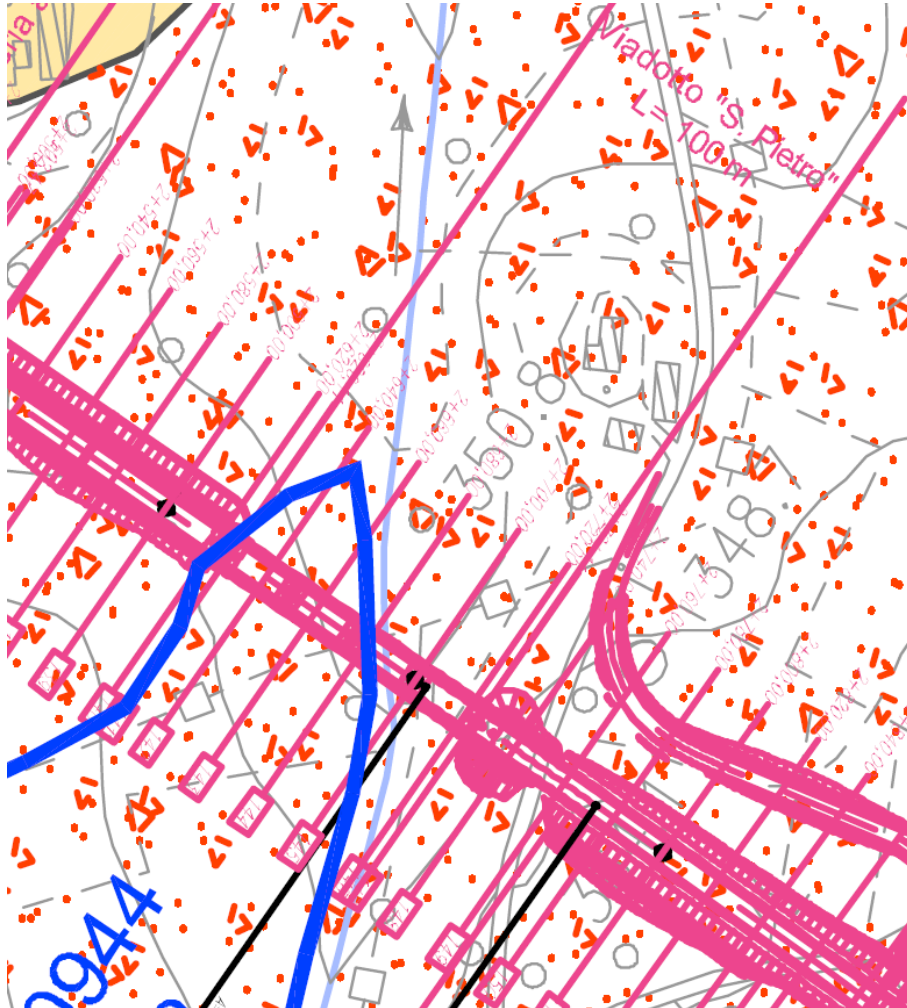


Figura 6 – Area 4 progressive 2+620 e 2+700circa

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 22 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Ubicazione	PEDEMONTANA 3°-4° lotto
Nome tubo	X3.10 bis
Azimut di riferimento (°)	138
Data lettura di zero	06/06/2017

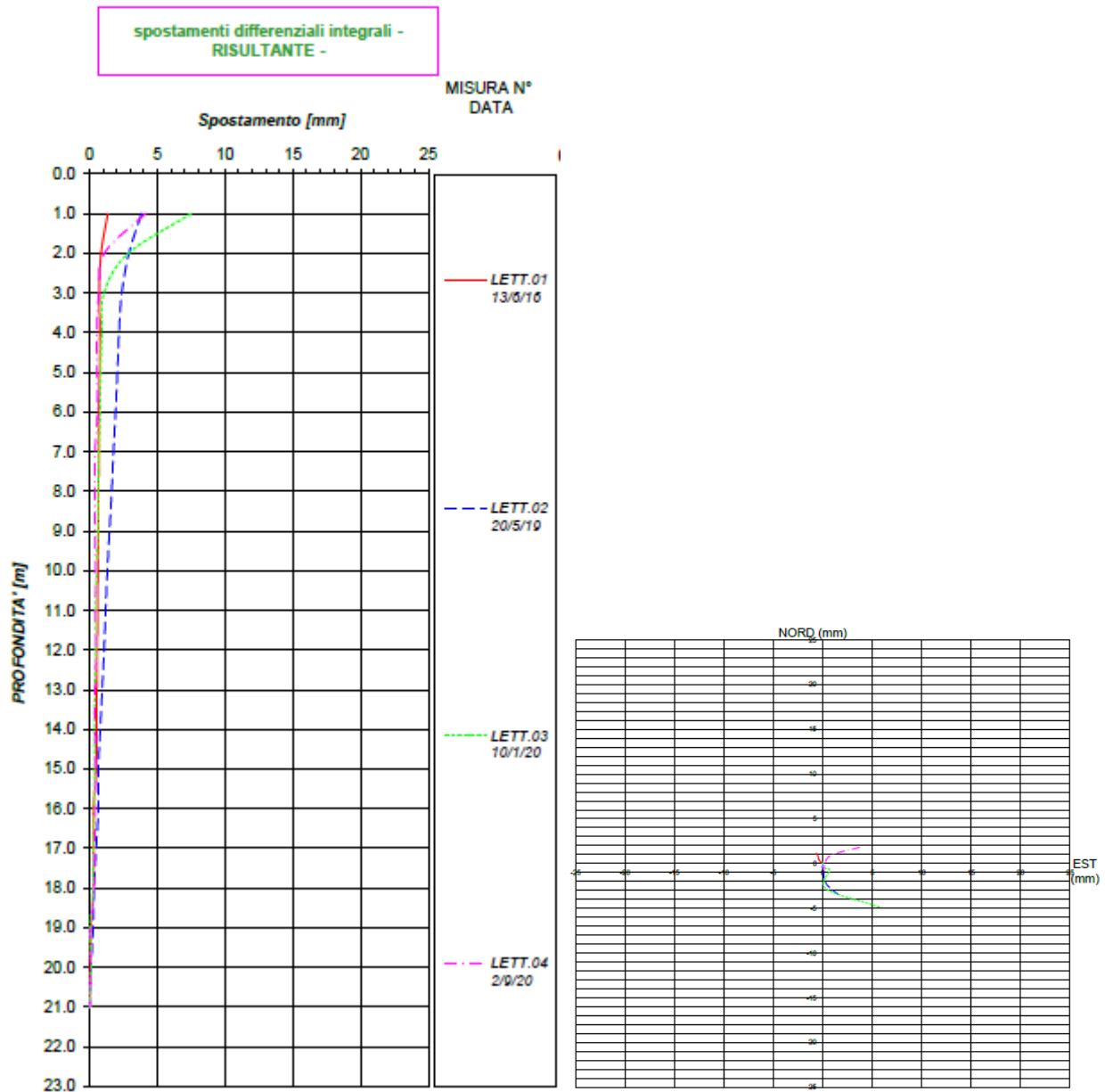


Figura 7 – Strumentazione inclinometrica - Area 4 (progressive 2+620 e 2+700 circa)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 23 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

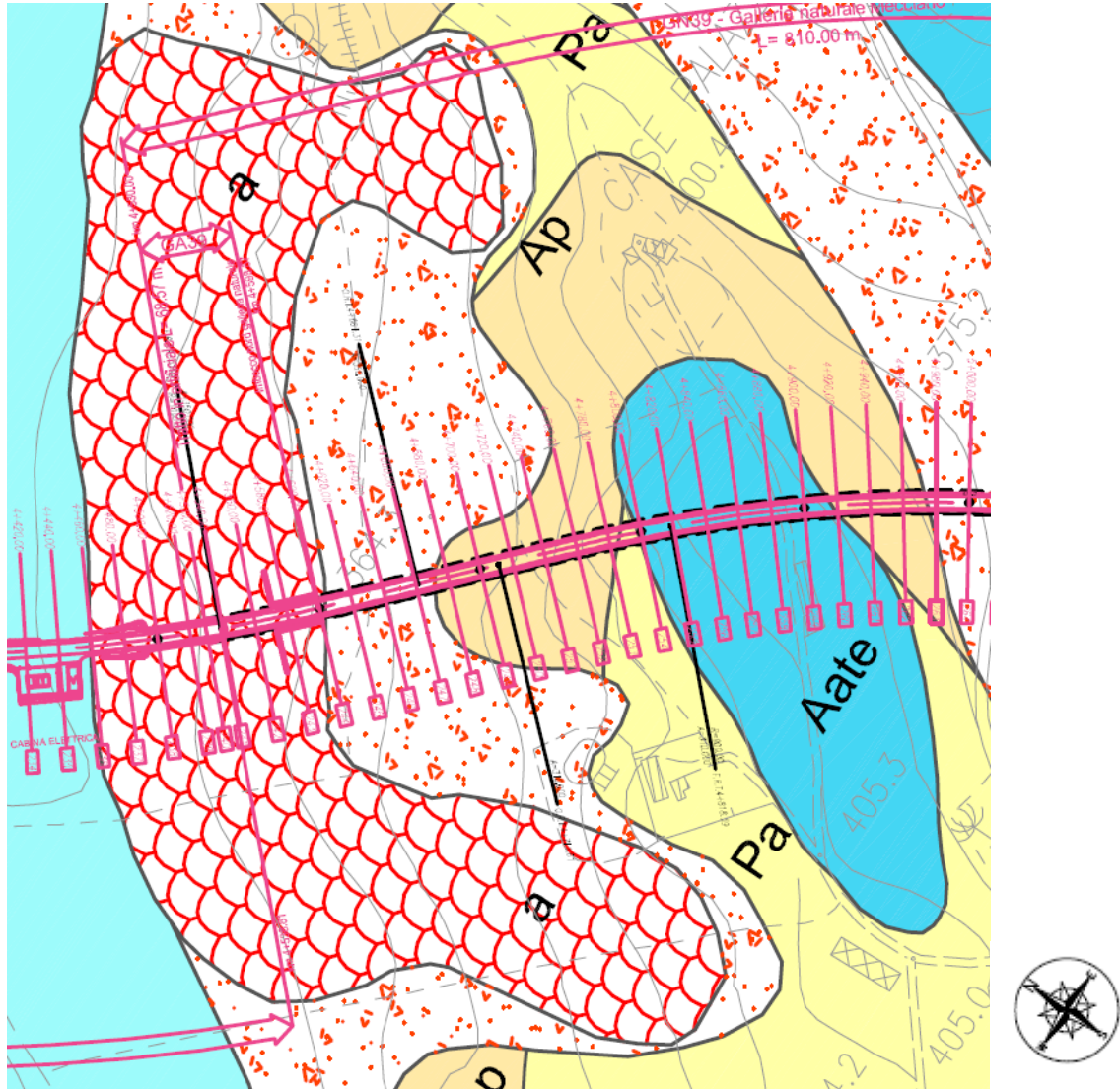


Figura 8 – Area 5 - imbocco Nord della galleria naturale "Mecciano"

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 24 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Nome tubo **X3.19**  
 Azimut di riferimento (°) **352**  
 Data lettura di zero **13/06/2017**

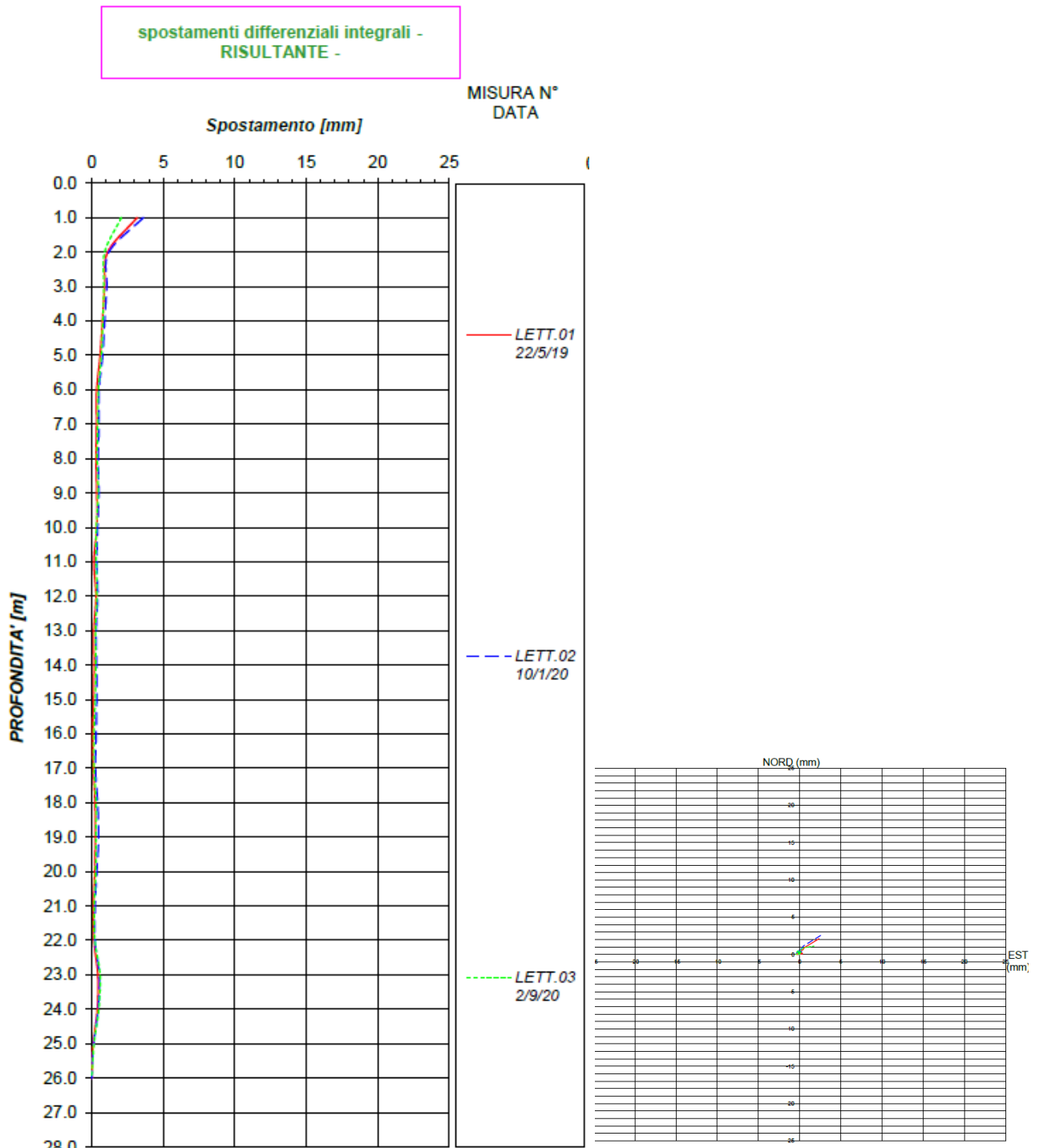


Figura 9 –Strumentazione inclinometrica Area 5 - imbocco Nord della galleria naturale “Mecciano”



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

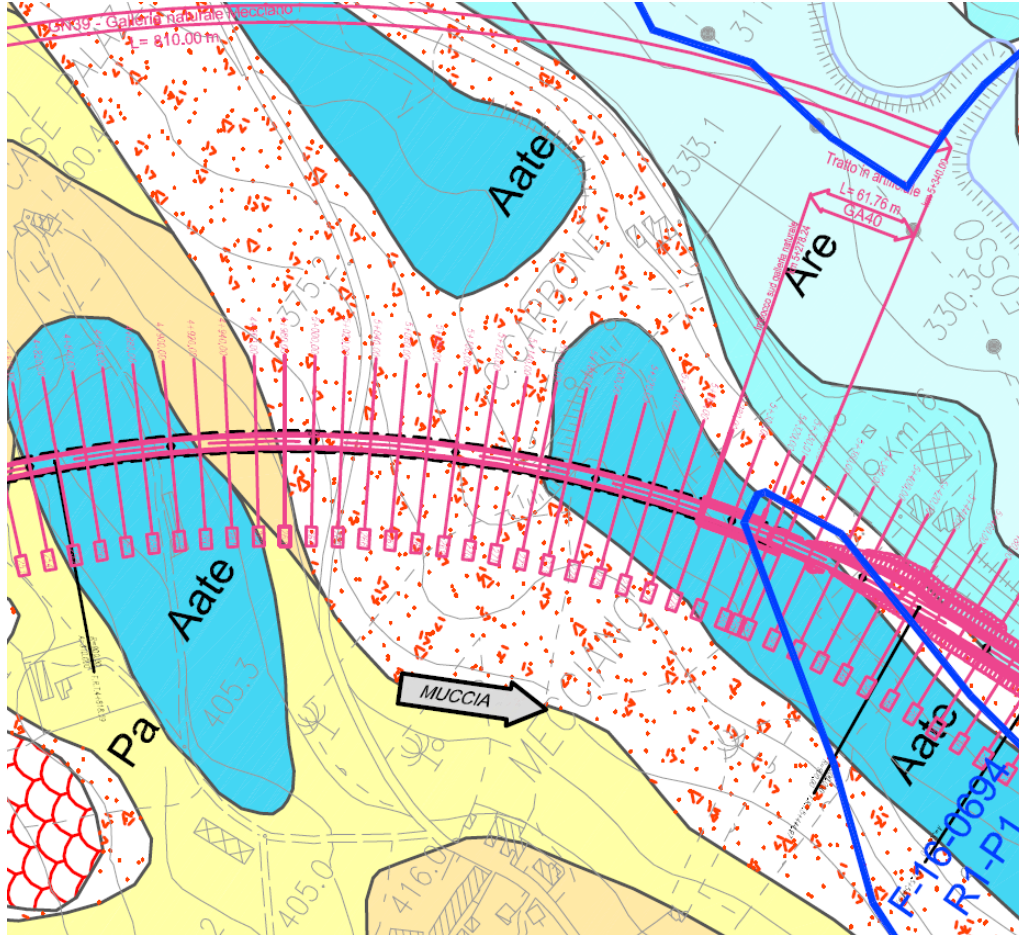


Figura 10 – Area 6 - imbocco Sud della galleria "Mecciano"



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 26 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Nome tubo X3.18 bis  
 Azimut di riferimento (°) 101  
 Data lettura di zero 06/06/2017

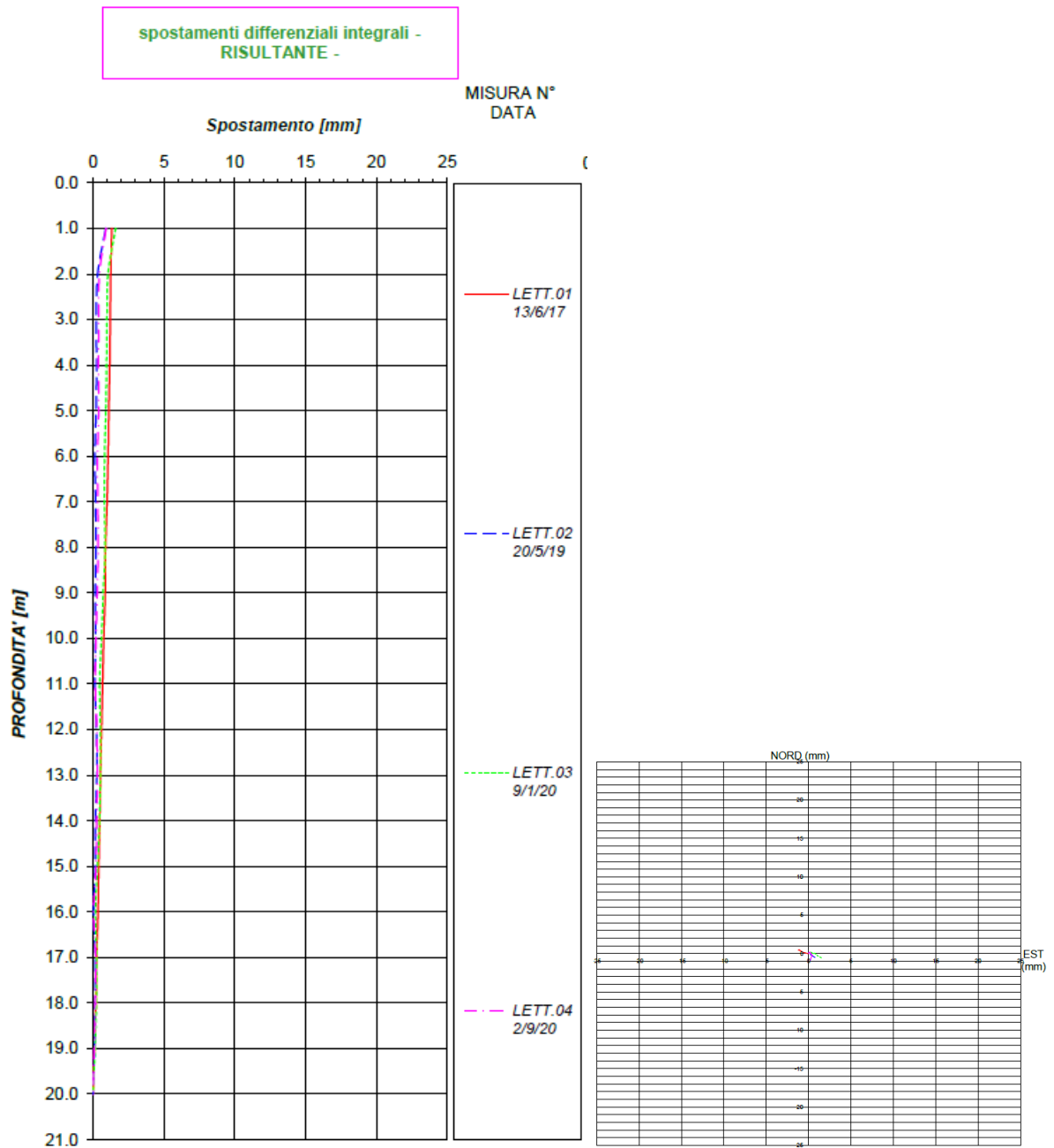


Figura 11 –Strumentazione inclinometrica Area 6 - imbocco Sud della galleria naturale “Mecciano”

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 27 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

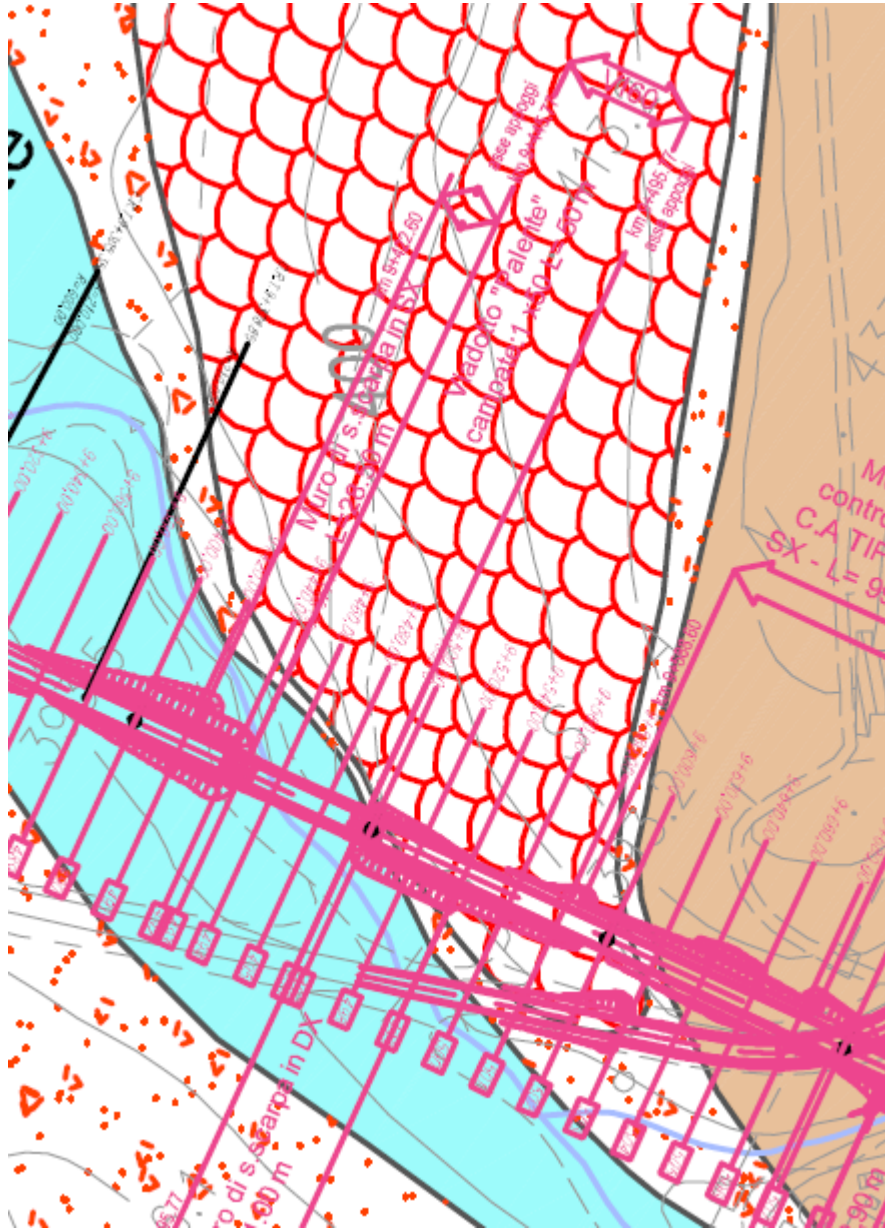


Figura 12 – Area 7 -dal km 9+550 al km9+650 circa

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 28 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

lome tubo X4.3  
 izimut di riferimento (°) 281  
 lata lettura di zero 26/06/2017

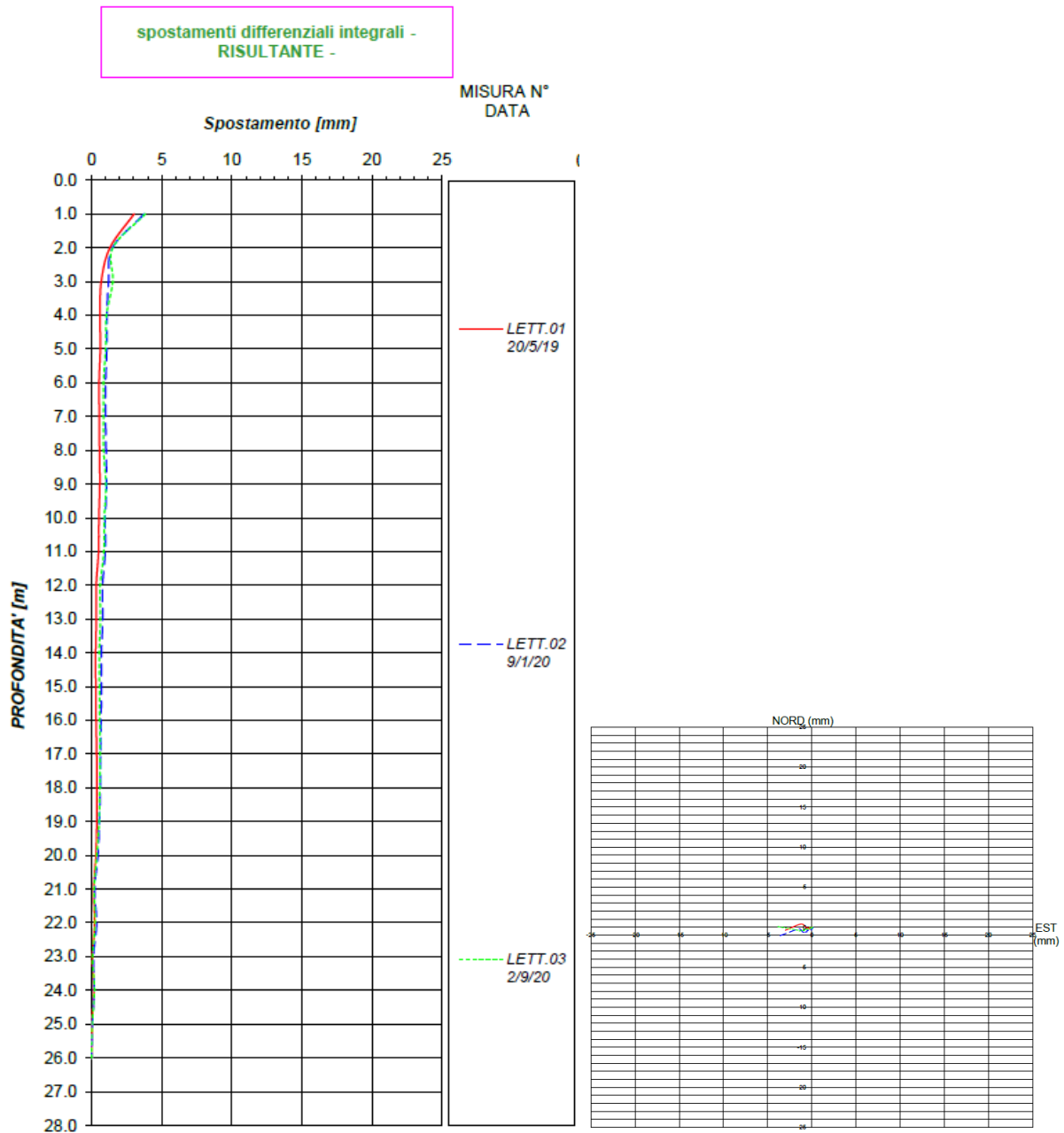


Figura 13 – Strumentazione inclinometrica Area 7 (dal km 9+550 al km9+650 circa)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 29 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

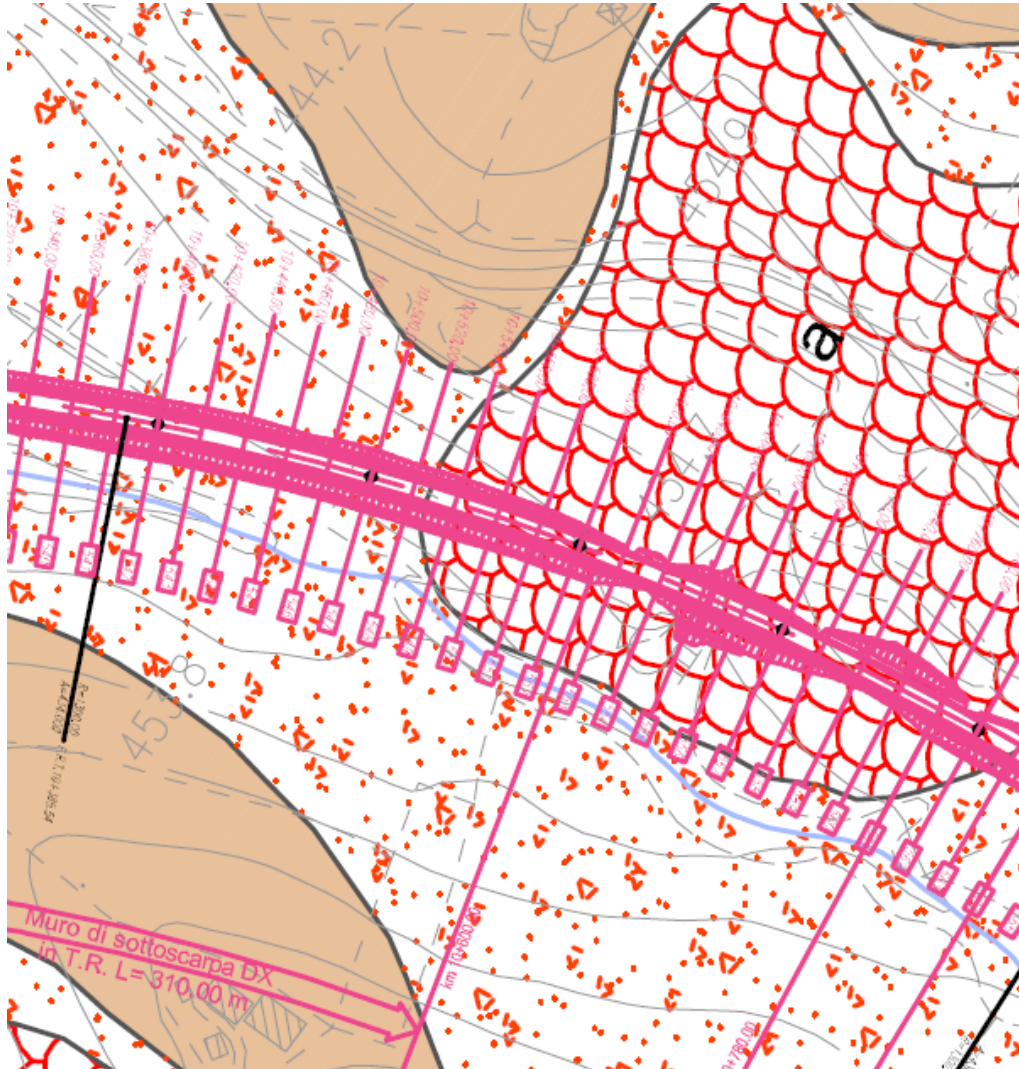


Figura 14 – Area 8 progressive 10+520 e 10+830 circa

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Nome tubo X4.4  
 Azimut di riferimento (°) 250  
 Data lettura di zero 06/06/2017

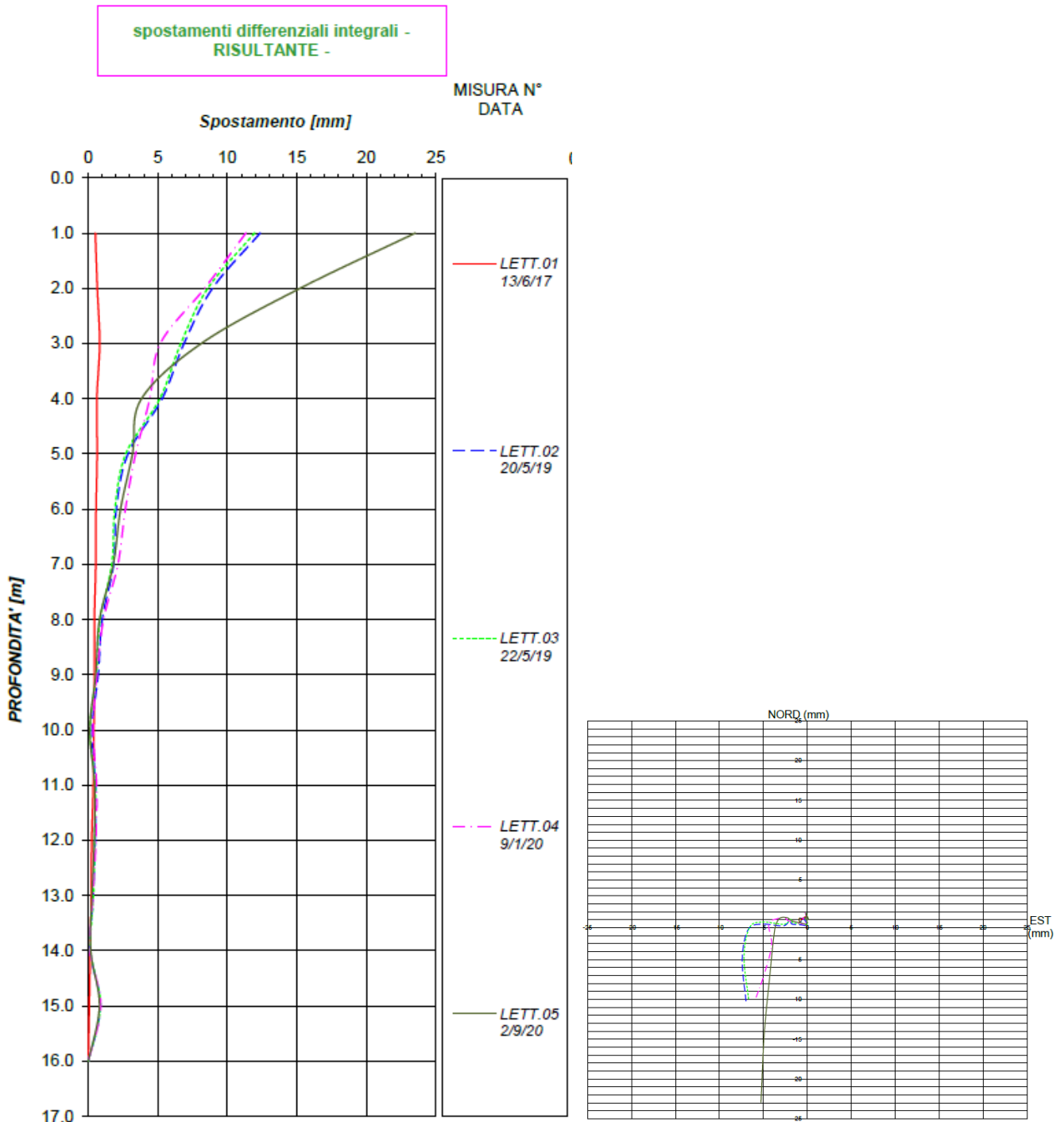


Figura 15 – Strumentazione inclinometrica Area 8 (progressive 10+520 e 10+830 circa)



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	31 di 654

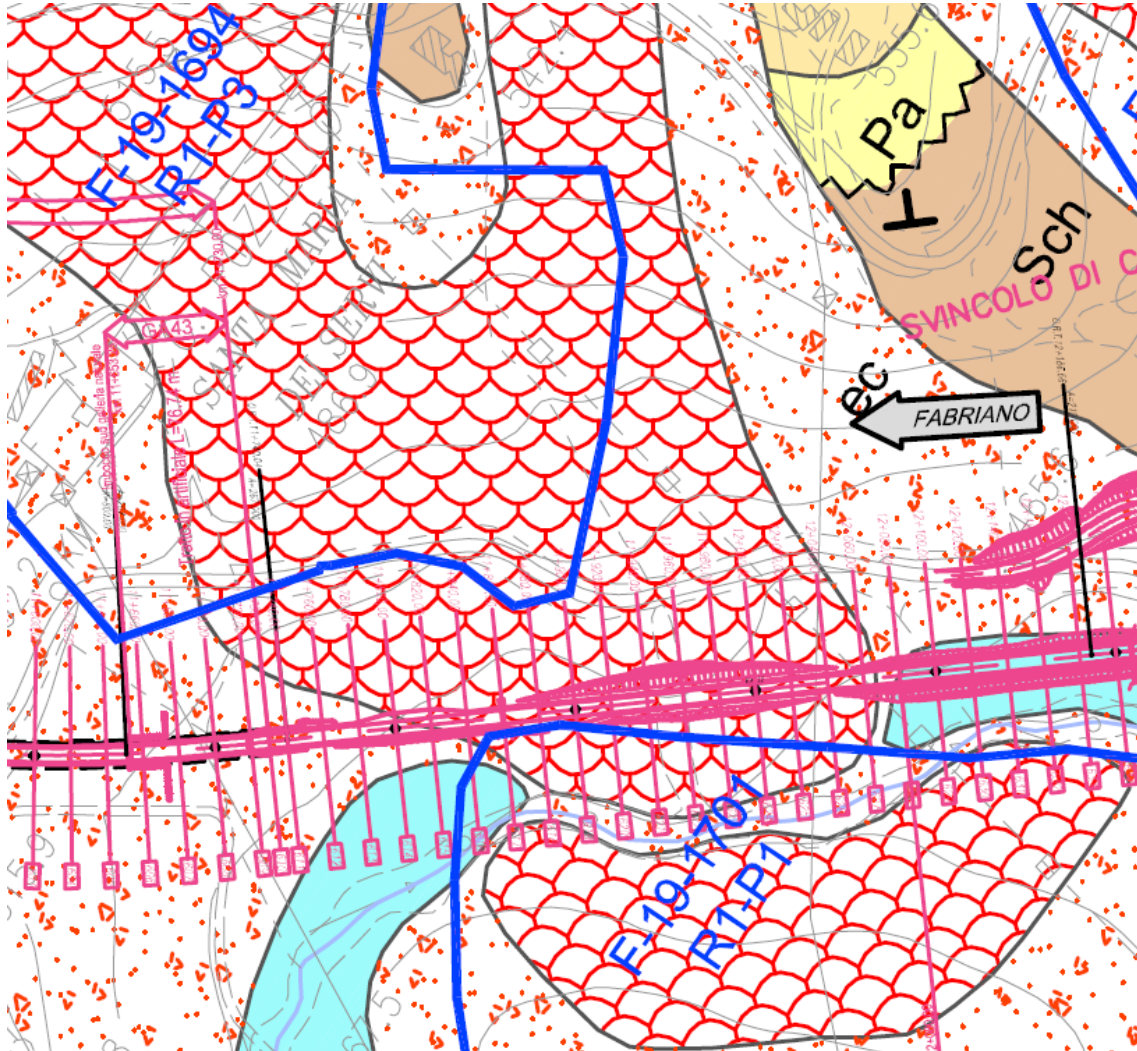


Figura 16 – Area 9 progressive dal km 11+780 a 12+070 circa

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 32 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

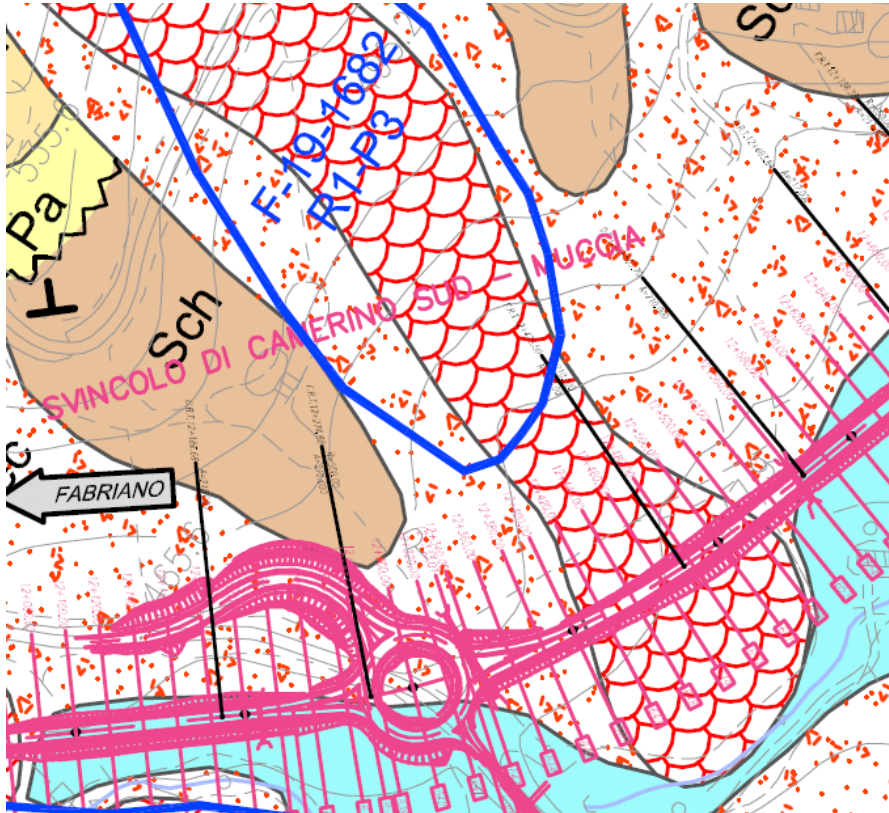


Figura 17 – Area 10 progressive 12+400 e 12+530 circa

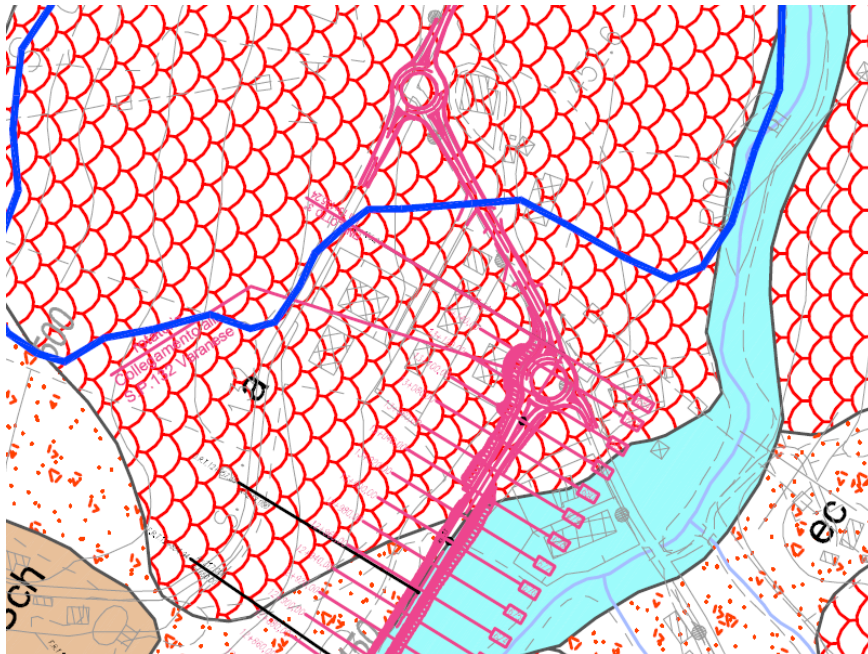


Figura 18 – Area 11 progressive 13+020 e 13+155 circa



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 33 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

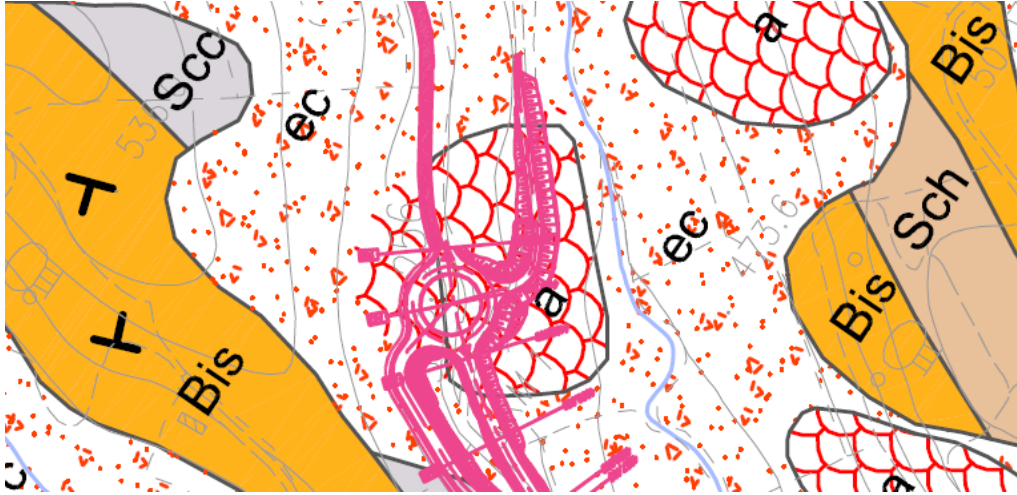


Figura 19 – Area 12 rotatoria by pass Muccia

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 34 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

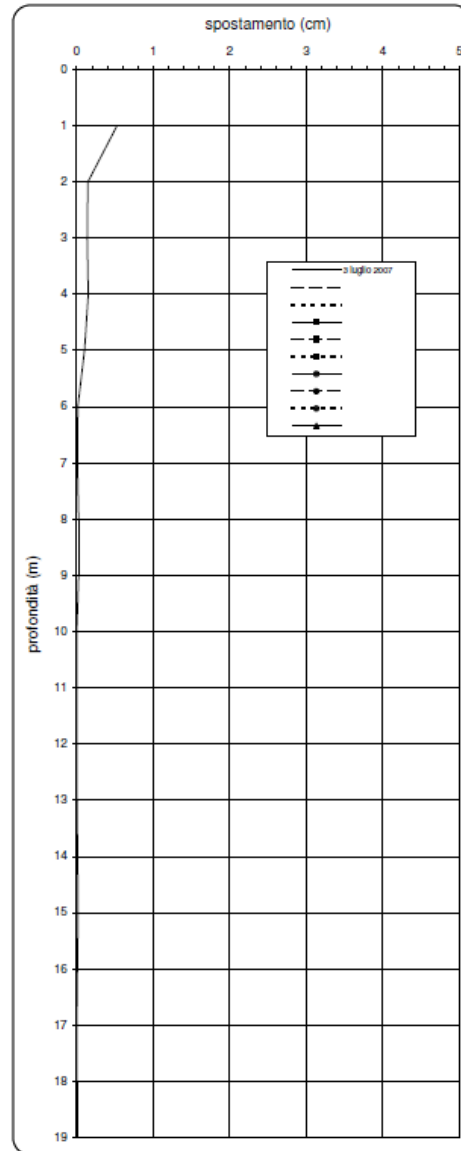
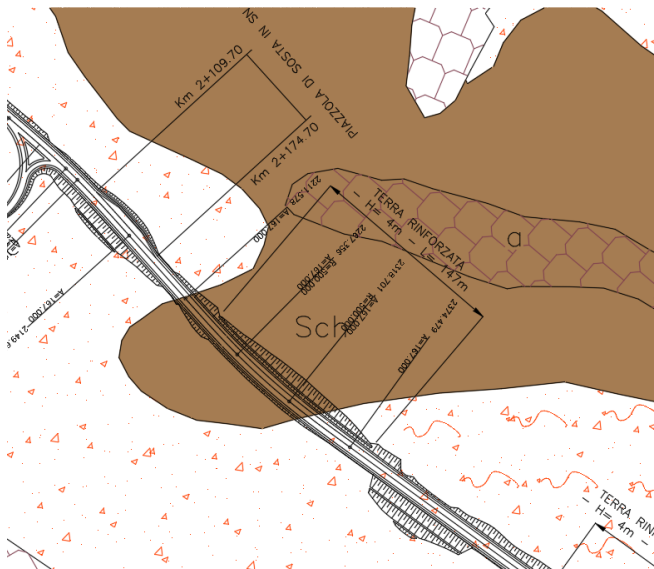


Figura 20 – Area 13 SP256 (IN SN2134)

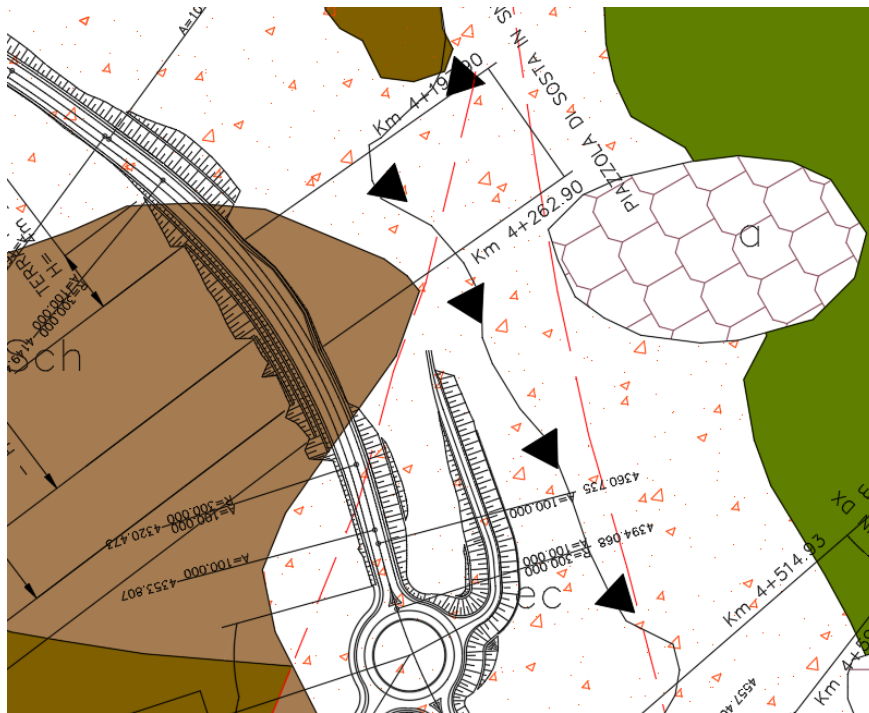


Figura 21 – Area 13 rotatoria finale SP256

### 3.2.1 Interferenza aree potenzialmente instabili con le opere

Le strumentazioni inclinometriche installate nell'ultima campagna d'indagine (2017), unitamente ai rilievi in sito hanno consentito di definire lo stato di attività dei corpi di frana indicati nel precedente paragrafo. Infatti gran parte della strumentazione installata nella campagna del 2006-2007 è andata distrutta o comunque non più accessibile.

Tra i vari corpi di frana si segnalano come attivi quelli indicati nella seguente tabella. Ad eccezione della frana n.8, si tratta sempre di piccoli locali movimenti millimetrici, lenti, dell'ordine 3-7 mm che interessano uno spessore massimo di 2- 3 m. Si tratta generalmente di classici movimenti lenti che possono interessare i materiali coesivi delle coperture presenti in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi ed in assenza di corretta regimazione superficiale delle acque. In particolare i movimenti indicati nella seguente tabella, riguardano alcune zone in cui sono previste fondazioni di pile/spalle di viadotti, comunque si prevedono fondazioni su pali e lo spessore di questi movimenti non arriva mai ad interessare i pali di fondazione.

Il corpo di frana più significativo, è indicato con n. 8 dalle progressive 10+520 e 10+830 circa dove l'inclinometro X4.4 ha mostrato uno movimento di 23mm con spessore 4-5 m circa. In questa zona si prevede inserimento di trincee drenanti.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 36 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Frana n.	sigla PAI	da progressiva	a progressiva	opera	Indagini
1	F-16-0707	1660	1760	VI Vallone (pila 4 e spalla 2)	X3.7, X3.7bis
4	F-16-0944	2620	2700	VI S. Pietro da SP1 a P3	X3.10, X3.10bis
5	-	4460	4600	Imbocco Mecciano Nord	SN2226, SN226bis, X3.19 X3.19bis
7	-	9500	9630	Rilevato dopo Palente	SN2236, X4.3bis
8	-	10520	10830	paratia+trincee drenanti	SN2238, X4.4

In generale dove sono segnalati i movimenti gravitativi, anche se quiescenti, sono state inserite paratie in luogo di trincee definitive al fine di evitare l'attivazione di movimenti con scavi.

Altra zona in cui sono stati inserite trincee drenanti è per la frana tra le pk 12+400 e 12+530 circa (frana n.10).

## 4. INDAGINI GEOTECNICHE

### 4.1 GENERALITÀ

Al fine di caratterizzare i terreni presenti nel lotto in esame si è fatto riferimento alle seguenti campagne di indagine:

- Campagna geognostica del 2002;
- Campagna geognostica del 2004;
- Campagna geognostica del 2006-2007;
- Campagna geognostica integrativa del 2017;
- Campagna geognostica integrativa del 2020.

Nei seguenti paragrafi sono descritte nel dettaglio le indagini in sito e le prove di laboratorio eseguite nelle suddette campagne d'indagine.

### 4.2 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2002

La campagna di indagine è stata svolta nel periodo ottobre-dicembre 2002 ed è consistita in:

- 16 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati "S") di profondità compresa tra 20 e 135 m;
- installazione di piezometri per la lettura del livello di falda;
- stendimenti per prove geofisiche di sismica a rifrazione (nelle zone degli imbocchi delle gallerie naturali).
- installazione di n. 1 tubi inclinometrico nel foro di sondaggio S42.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- descrizione stratigrafica, foto a colori, rilievo geomeccanico in roccia;
- esecuzione di prove SPT (Standard Penetration Test) in foro;
- prelievo di campioni di terreno e roccia sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- esecuzione di prove di permeabilità Lugeon;
- prove pressiometriche in foro;
- prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH (sigla "P");
- misure di valori di Pocket Penetrometer.

Nella seguente tabella si sintetizzano le attività svolte nel lotto in esame. Alcuni sondaggi ubicati lungo il vecchio tracciato delle gallerie naturali, non verranno considerati nella caratterizzazione stratigrafica in quanto con il nuovo tracciato presentano elevato fuori asse.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 38 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 1 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite nella campagna geognostica del 2002

Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. prove SPT	Prelievo campioni	Strumentazione installata	n. prove pressiometriche	n. prove Lugeon
S28	30.0	328	2	Cl:2 CR: 5	-	-	
S29	30.0	332	-	Cl: 3 CL: 3	CC [29]	-	
S30	30.0	320	1	-	-	-	
S31	30.0		-	-	-		
S32	35.0	317.0	1	Cl:1 CL: 5	-	-	
S33	40.2	375.0	-	Cl:4 CR: 4	TA [40.2]	3	2
S34	30.0	360	-	Cl: 3 CR: 6	TA [3÷27]	-	-
S36	29.5	305	1	CR: 7	TA [3÷27]	-	-
S38	72.2	411	-	CL: 7	TA [12.2÷72.2]	2	3
S39	20.0	355.2	3	Cl: 2 CL: 3 CR: 1	-	-	-
S40	30.0	374.4	2	CL: 4	TA [3÷30]	-	-
S41	30.0	393.8	-	Cl: 4	TA [3÷30]	-	-
S42	25.0	480.3	2	Cl: 2 CL: 4	IN [0÷24]	-	-
S43	40.0	499.6	1	Cl: 1 CL: 8	TA [4÷40]	3	4
S44b	30.0	-	1	Cl: 1 CL: 3	TA [3÷30]	-	-
S45	35.0	-	1	Cl: 2 CR:1 CL:5	TA [3÷35]	-	-
S53	35.0	-	3	Cl: 2 CR:1 CL:5	TA-	-	-

TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]  
 CC : cella di Casagrande  
 IN. = Inclinometro  
 C.L. = Campione litoide  
 C.R. = Campione rimaneggiato  
 C.I. = Campione indisturbato

Tabella 2 – Prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH campagna geognostica del 2002

Prova	Profondità (m)
<b>P20</b>	<b>14.0</b>
<b>P21</b>	<b>8.2</b>
<b>P22</b>	<b>8.6</b>
<b>P23</b>	<b>11.2</b>
<b>P24</b>	<b>13.0</b>
<b>P25</b>	<b>6.0</b>
<b>P26</b>	<b>6.2</b>
<b>P27</b>	<b>8.6</b>
<b>P28</b>	<b>12.2</b>
<b>P29</b>	<b>10.4</b>
<b>P30</b>	<b>8.0</b>

### 4.2.1 Prove pressiometriche in foro

Nella seguente tabella sono elencati i risultati delle prove pressiometriche eseguite su ciascun sondaggio.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 39 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 3 – Risultati prove pressiometriche campagna geognostica 2002

sondaggio	unità	z [m]	Em [MPa]	G [Mpa]	Ey [Mpa]	alfa[-]
S33	Ap	16.3	379.5	142.7	534.5	0.71
S33	Ap	27.4	171.8	64.6	746.7	0.23
S33	Ap	36.2	243.6	91.6	902.0	0.27
S43	Sch	15.5	40.730	15.3	101.8	0.40
S43	Sch	25	621.200	233.5	1678.9	0.37
S43	Sch	31.3	975.700	366.8	1336.6	0.73
S38	Pa	55.8	380.940	143.2	494.7	0.77
S38	Pa	66.3	383.490	144.2	983.3	0.39

Dove:

z = profondità di prova

Em = modulo pressiometrico

G = modulo di taglio

Ey = modulo elastico di Young = (Em / alfa)

alfa = coefficiente reologico

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### 4.2.2 Prove di permeabilità

Nella campagna del 2002 sono disponibili i risultati delle prove di permeabilità Lugeon elencate nella seguente tabella (UL= unità Lugeon).

Tabella 4 – Risultati prove di permeabilità Lugeon campagna geognostica 2002

Sondaggio	Prove Permeabilità		
	Prof. da p.c.	k	UL
-	m	m/s	-
S33	10.3	<1.01E-6	13.7 (RQD=50)
	19.3	< 4.7E-9	0.07 (RQD=80)
	30.0	< 3.5E-8	0.07 (RQD=90)
S38	51.65	< 7.57E-9	<0.01
	58.10	< 1.51E-8	0.09
	68.0	< 4.79E-8	0.04
S43	8.9	4.1E-7	-
	19.4	< 3.09E-7	2.86
	24.0	< 1.25E-7	0.23
	28.4	< 1.69E-10	<0.01

### 4.2.3 Indagini sismiche

Durante la campagna di indagine del 2002 sono state eseguite prove sismiche a rifrazione, consistite in profili sismici in onde P ubicati agli imbocchi delle gallerie naturali, come di seguito specificato.

Si riporta la tabella riassuntiva delle indagini eseguite.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera LO703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 41 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 5 – Indagini sismiche a rifrazione campagna 2002

Sigla indagine	Opera
T1 (profilo 7)	Imbocco N GN S. Anna
T2 (profilo 8)	Imbocco N GN S. Anna
T1 (profilo 6)	Imbocco S GN S. Anna
T2 (profilo 5)	Imbocco S GN S. Anna
L (profilo 4)	Imbocco S GN S. Anna
T1 (profilo 16)	Imbocco N GN Mecciano
T2 (profilo 17)	Imbocco N GN Mecciano
L (profilo 15)	Imbocco N GN Mecciano
T1 (profilo 20)	Imbocco S GN Mecciano
T2 (profilo 19)	Imbocco S GN Mecciano
L (profilo 18)	Imbocco S GN Mecciano
T1 (profilo 22)	Imbocco N S. Barbara
T2 (profilo 23)	Imbocco N S. Barbara
L (profilo 25)	Imbocco N S. Barbara
T1 (profilo 26)	Imbocco S S. Barbara
T2 (profilo 24)	Imbocco S S. Barbara
L (profilo 25)	Imbocco S S. Barbara

### 4.2.4 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

Nei terreni:

- analisi granulometriche;
- determinazioni dei limiti di Atterberg;
- determinazioni del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- determinazioni del contenuto naturale d'acqua ( $w_N$ );
- prove di taglio diretto;
- prove triassiali non consolidate non drenate (UU);
- prove ad espansione laterale libera ELL.

In roccia:

- determinazioni del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- determinazione della resistenza a compressione monoassiale ( $\sigma_C$ ).



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 43 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	S32	S32	S32	S32	S33	S33	S33	S33	S34	S34	S34
<b>Campione</b>	-	1.00	2.00	3.00	6.00	CR2	1.00	CR3	2.00	C1	C2	C3
<b>Tipo</b>	-	0.00	0.00	0.00	0.00	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	EClA	Ap	Pa	Ap	Ap	Ap	Pa	Pa	EClA	EClA	EClA
<b>Prof.</b>	m	1.50	8.50	15.10	30.10	17.50	10.40	22.10	28.00	3.50	6.30	10.50

<b>Granulometria</b>												
G	%	0.0								0.0	0.7	0.0
S	%	27.9								33.0	33.3	25.2
L + A	%	72.0								67.0	66.0	74.8
L	%	59.1								37.1	37.3	37.6
A	%	13.0								29.9	28.6	37.1

<b>Limiti di Atterberg</b>												
W <sub>L</sub>	%	37.0								36.1	35.8	41.4
W <sub>P</sub>	%	18.2								15.9	15.1	16.0
I <sub>p</sub>	-	18.8								20.2	20.7	25.4
I <sub>p</sub>	%	1.2								1.2	0.9	0.9

<b>Caratteristiche fisiche</b>												
γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	18.4	25.6	23.0	22.9	24.3	22.0	22.3	23.2	19.1	21.0	21.9
w <sub>N</sub>	%	14.0		11.2	33.1	46.6	12.7	10.0	9.6	12.8	16.5	19.4

<b>Resistenza a compressione monoassiale</b>												
σ <sub>c</sub>	MPa		30.469	0.808	2.67411		0.251	0.457	0.738			

<b>Resistenza non drenata</b>												
(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa											119.6
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa											

<b>Resistenza drenata</b>												
(TD) c	kPa											32.0
(TD) f	°											23.3

<b>Sondaggio</b>	-	S34	S34	S36	S36	S36	S36	S38	S38	S38	S39	S39
<b>Campione</b>	-	CR1	CR3	CR1	CR2	CR4	CR6	2.00	4.00	6.00	spt1	1A
<b>Tipo</b>	-	rim	rim	rim	rim	rim	rim	ind	ind	ind	rim	ind
<b>Unità</b>	-	Pa	Pa	Ap	Ap	Ap	Pa	Ap	Ap	Pa	EclA	EclA
<b>Prof.</b>	m	13.60	18.00	5.40	10.40	17.00	23.20	54.65	63.40	70.00	3.30	3.30

<b>Granulometria</b>												
G	%										0.6	1.2
S	%										22.3	22.3
L + A	%										77.1	76.5
L	%										49.5	48.5
A	%										27.6	28.0

<b>Limiti di Atterberg</b>												
W <sub>L</sub>	%										47.5	44.1
W <sub>P</sub>	%										22.2	28.1
I <sub>p</sub>	-										0.73	0.96
I <sub>p</sub>	%										25.3	16.0

<b>Caratteristiche fisiche</b>												
γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	22.0	24.6	23.7	22.6	23.2	22.5	24.5	22.6	22.7		16.6
w <sub>N</sub>	%	13.2	5.5	7.7	9.5	9.0	14.8	9.1	8.5	10.2	29.0	28.7

<b>Resistenza a compressione monoassiale</b>												
σ <sub>c</sub>	MPa	0.2863	0.46126	3.206	1.4483	1.3311	0.4701	2.795	2.406	0.374		

<b>Resistenza drenata</b>												
(TD) c	kPa											3.7
(TD) f	°											27.5

(\*) segue da pagina precedente.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 44 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	S39	S39	S39	S39	S40	S40	S40	S40	S41	S41	S41	S41
<b>Campione</b>	-	1.00	2.00	3.00	4.00	crA	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	4.00
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	ind	ind	rim	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	Ecla	Ap	Pa	Pa	Ala	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
<b>Prof.</b>	m	5.00	14.70	16.00	19.10	3.10	12.20	16.30	26.50	5.00	12.00	21.00	27.00
<b>Granulometria</b>													
G	%	0.3	0.3	1.9	0.0	20.6							
S	%	19.3	62.4	49.7	0.0	17.3							
L+A	%	80.5	37.3	48.4	0.0	62.1							
L	%	55.1	0.0	0.0	0.0	40.3							
A	%	25.4	0.0	0.0	0.0	21.8							
<b>Limiti di Atterberg</b>													
W <sub>L</sub>	%	44.6			48.2	40.2							
W <sub>p</sub>	%	26.4			22.3	20.5							
I <sub>p</sub>	-	1.24			1.39	0.79							
I <sub>c</sub>	%	18.2			25.9	19.7							
<b>Caratteristiche fisiche</b>													
γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	20.4	22.3		23.6	19.7	18.8	24.1	23.7	22.7	23.5	23.3	21.2
w <sub>N</sub>	%	22.0	9.2	7.5	12.3		30.0			9.2			
<b>Resistenza a compressione monoassiale</b>													
σ <sub>c</sub>	MPa				0.13377					1.29	12.413	13.738	7.0879
<b>Resistenza drenata</b>													
(TX-CD) f	°		56.7										

(\*) segue da pagina precedente.

### 4.3 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2004

La campagna di indagine effettuata nel corso del 2004 è consistita in:

- 8 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati BH4 e BH5), con profondità rispettivamente di 25.0 e 40.0 m;
- installazione di piezometri nei fori di sondaggio eseguiti;
- tomografie sismiche a rifrazione.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- esecuzione di prove SPT (Standard Penetration Test) in foro;
- prelievo di campioni per prove di laboratorio;
- prove pressiometriche Menard.

Nella seguente tabella si sintetizzano le attività svolte nel lotto in esame.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 7 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite nella campagna geognostica del 2004

Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. prove SPT	Prelievo campioni	Strumentazione installata	n. prove pressiometriche
BH17	25.0	360.65	2	Cl: 2 CR: 2	T.A.[2÷25]	1
BH18	25.0	363	2	Cl: 2 CR: 2	T.A.[0÷25]	1
BH07	40.0	326	6	CR: 2 CL: 3	CC [39]	-
BH08	25.0	360.6	-	Cl: 2 CR: 2 CL: 1	T.A.[3÷25]	1
BH09	25.0	338.5	-	CL: 4 CR: 2	T.A.[3÷25]	1
BH10	25.0	478.7	1	Cl: 1 CR: 2	T.A.[3÷25]	1
BH11	25.0	478	1	Cl: 1 CR: 2 CL: 2	T.A.[3÷25]	1
BH12	25.0	447	2	Cl: 2 CR: 2	T.A.[3÷25]	-

TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]  
 CC [m]: cella di Casagrande [profondità cella]

### 4.3.1 Prove pressiometriche in foro tipo Menard

Nella seguente tabella sono elencati i risultati delle prove pressiometriche eseguite su ciascun sondaggio.

Tabella 8 – Risultati prove pressiometriche campagna geognostica 2004

sondaggio	unità	z [m]	Em [MPa]	Ey [Mpa]	alfa[-]
BH08	Pa	13.2	23.700	47.4	0.5
BH09	Pa	14.9	110.580	221.2	0.5
BH10	Sch	15.6	31.487	47.0	0.67
BH17	Ap	16.7	72.370	108.0	0.67
BH18	Ap	16.2	174.800	174.8	1.00

Dove:

z = profondità di prova

Em = modulo pressiometrico

G = modulo di taglio

Ey = modulo elastico di Young = (Em / alfa)

alfa = coefficiente reologico

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### 4.3.2 Indagini sismiche

Durante la campagna di indagine del 2004 sono state eseguite prove sismiche a rifrazione.

L'indagine geofisica di sismica a rifrazione con modalità tomografica ha fornito la caratterizzazione in termini di velocità sismiche del settore di sottosuolo interessato dagli stendimenti.

I risultati hanno evidenziato sostanzialmente la presenza di tre unità:

- la prima è contraddistinta da velocità delle onde di compressione P variabili da 200 a 600 m/s circa. Si tratta principalmente di depositi superficiali di spessore variabile;
- la seconda è contraddistinta da velocità di onde di compressione comprese tra 800 e 1700 m/s, tale unità è attribuibile al substrato alterato e/o allentato (facies di argille con livelli o inclusi più argillitici marnosi o arenaci);
- la terza è contraddistinta da velocità di onde di compressione crescenti con la profondità fino a circa 2000 m/s e localmente fino a 2300-2600 m/s. Si tratta del substrato costituito principalmente da argille marnose e/o da marne arenacee fratturate.

### 4.3.3 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 47 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 9 – Tabelle laboratorio campagna 2004

Sondaggio		BH7	BH8	BH8	BH8	BH8	BH9	BH9	BH9	BH9
<b>Campione</b>	-	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	1.00	2.00	3.00	4.00
<b>Tipo</b>	-	0.00	ind	ind	ind	ind	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Unità</b>	-	Ap	Ecla	Pa	Pa	Pa	Aate	Pa	Pa	Pa
<b>Prof.</b>	m	30.00	6.00	13.50	18.00	24.00	6.00	13.00	18.00	24.00
<b>Granulometria</b>										
G	%	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	2.9	0.0
S	%	38.2	4.5	2.4	2.2	7.3	55.0	10.6	2.7	1.0
L + A	%	61.8	95.5	97.4	97.8	92.7	44.8	89.3	94.4	99.0
L	%	29.9	56.5	55.3	42.3	38.9	20.4	44.1	37.6	42.5
A	%	31.9	39.0	42.1	55.5	53.8	24.4	45.2	56.8	56.5
<b>Limiti di Atterberg</b>										
W <sub>L</sub>	%	27.5	39.7	49.1	50.5	60.8		38.5	56.8	54.4
W <sub>p</sub>	%	18.1	23.7	32.5	24.4	31.8		24.5	27.1	26.6
I <sub>c</sub>	-	1.23	1.44	1.94	1.28	1.51		1.26	1.25	1.29
I <sub>p</sub>	%	9.4	23.7	32.5	24.4	29.0		24.5	29.7	27.9
<b>Caratteristiche fisiche</b>										
γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	21.0	20.3	20.3	20.5	20.3	19.9	20.0	19.6	20.4
w <sub>N</sub>	%	15.9	16.6	16.9	17.2	17.0	18.1	20.9	19.8	18.5
e	-	0.428	0.501	0.479	0.493	0.575	0.553	0.542	0.528	0.480
<b>Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)</b>										
E <sub>ed</sub>	kPa	7782.0			9153.0		6595.0		6590.0	
c <sub>v</sub>	m <sup>2</sup> /s	2.54E-08			2.07E-08		2.44E-07		8.70E-09	
<b>Resistenza non drenata</b>										
(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa		222.0	381.0			171.0			
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa									
<b>Resistenza drenata</b>										
(TD) c	kPa								38.6	97.6
(TD) f	°								14.3	7.4
(TD) c <sub>r</sub>	kPa	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
(TD) f <sub>r</sub>	°									
(TX-CIU) c	kPa					65.0		45.0		55.0
(TX-CIU) f	°					19.7		23.8		22.4

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 48 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	BH10	BH10	BH10	BH11	BH12	BH12	BH18
<b>Campione</b>	-	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	2.00	1.00
<b>Tipo</b>	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Unità</b>	-	ECl <sub>a</sub>	ECl <sub>a</sub>	Sch	Sch	a	Pa	ECIs
<b>Prof.</b>	m	3.00	8.60	14.00	21.50	4.00	14.50	4.50
<b>Granulometria</b>								
G	%	1.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
S	%	17.8	0.9	8.1	4.2	22.3	7.2	57.1
L + A	%	80.7	99.1	91.9	95.8	76.1	92.8	42.9
L	%	34.0	22.2	40.7	27.2	27.1	26.0	30.6
A	%	46.7	76.9	51.2	68.6	49.0	66.8	12.3
<b>Limiti di Atterberg</b>								
W <sub>L</sub>	%	40.8	88.6	52.5	72.5	41.8	42.7	
W <sub>p</sub>	%	27.1	41.9	25.7	32.4	23.2	27.1	
I <sub>c</sub>	-	1.42	1.24	1.37	1.40	1.27	1.74	
I <sub>p</sub>	%	13.7	46.7	26.8	40.1	18.6	15.6	
<b>Caratteristiche fisiche</b>								
γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	19.6	17.7	18.9	20.2	18.6	21.1	21.6
w <sub>N</sub>	%	21.3	30.8	15.7	16.5	18.2	15.5	9.4
e	-	0.552	0.784	0.550	0.490	0.611	0.406	0.288
<b>Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)</b>								
E <sub>sd</sub>	kPa			7307.0	18100.0		11050.0	
c <sub>v</sub>	m <sup>2</sup> /s			1.77E-07	2.04E-08		4.02E-08	
<b>Resistenza drenata</b>								
(TD) c	kPa	8.7		23.3	64.7			
(TD) f	°	26.6		26.1	23.3			
(TD) c <sub>r</sub>	kPa	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
(TD) f <sub>r</sub>	°							
(TX-CIU) c	kPa		49.0					
(TX-CIU) f	°		20.8					

(\*) segue da pagina precedente.



#### 4.4 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2006-2007

La campagna di indagine effettuata nel 2006-2007 è consistita in:

- 8 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati "SN") di profondità compresa tra 14 e 35 m;
- n. 7 sondaggio geognostici eseguiti a distruzione di nucleo;
- installazione di piezometri a tubo aperto (Norton) e piezometri Casagrande nei fori dei sondaggi eseguiti;
- installazione di tubi inclinometrici;

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- descrizione dettagliata della stratigrafia con foto a colori;
- esecuzione di prove SPT (Standard Penetration Test) in foro;
- prelievo di campioni di terreno e roccia sottoposti a prove di laboratorio;
- prove di permeabilità Lefranc;
- prove dilatometriche su roccia;
- misure di valori di Pocket Penetrometer sulle carote dei sondaggi;
- rilievo gas a boccaforo.

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano le attività svolte nel lotto in esame.

Tabella 10 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite nella campagna geognostica del 2006-2007

Sondaggio	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. prove SPT	Prelievo campioni	Strumentazione installata	n. prove Lefranc	N. prove dilatometriche
SN2226	35.0	340	3	Cl: 3	IN [35]	3	2
SN2226bis (SD)	30.0	340	-	-	C.C.[17;30]	-	-
SN2236	25.7	391.5	4	Cl:3	IN [24.7]	-	-
SN2238	16.5	453.8	3	C.I.: 4	IN [16]	-	-
SN2238bis(SD)	15.0	453.8	-	-	T.A.[3÷15]	-	-
SN2242	21.0	472	2	C.I.: 3	IN [21]	-	-
SN2242bis(SD)	15.0	470.5	-	-	T.A.[3÷14.5]	-	-
SN2244	14.3	448.5	1	Cl: 2	IN [14]	-	-
SN2244bis(SD)	9.0	448.5	-	-	T.A.[3÷9]	-	-
SN2131	15.0	479.8	1	Cl: 2, CR:1	TA (3÷15)	-	-
SN2132	17.0	498.3	3	Cl:1, CR:3	TA (3÷17)	-	-
SN2133	31.4	521.9	2	Cl:4, CR:2	DH	-	-
SN2134	20.0	546.6	3	Cl:3, CR:3	IN (20)	-	-
SN2134bis	11.0	546.6	-	-	TA (3÷11)	-	-
SN2135	17.5	556.8	1	Cl:2, CR:1	TA (3÷17.5)	-	-
SN2136	21.0	528.1	2	Cl:4, CR:2	TA(	-	-

TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]  
 CC=piezometro a cella di Casagrande [profondità cella]  
 DH [m]: Prova sismica Down Hole [profondità di prova]  
 IN. = Inclinometro  
 C.L. = Campione litoide  
 C.R. = Campione rimaneggiato  
 C.I. = Campione indisturbato

##### 4.4.1 Letture inclinometriche

Per la strumentazione inclinometrica installata si dispone di una sola lettura, attualmente gli inclinometri sono non più utilizzabili perché rotti.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 50 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### 4.4.2 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono stati recuperati i certificati delle seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometriche;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- determinazione del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- determinazione del contenuto d'acqua naturale ( $w_N$ );
- prove di taglio diretto;
- prove triassiali.

Tabella 11– Tabelle laboratorio campagna 2006-2007

Sondaggio	-	SN2226	SN2226	SN2226	SN2236	SN2236	SN2236	SN2238	SN2238
<b>Campione</b>	-	1S	2S	3M	1S	2S	3S	1M	1S
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	a	ECl <sub>a</sub>	Pa	ECl <sub>a</sub>	ECl <sub>a</sub>	ECl <sub>a</sub>	Salt	a
<b>Prof.</b>	m	4.00	9.50	29.60	3.20	5.50	12.00	16.00	1.80
<b>Granulometria</b>									
G	%				0.0	0.6	0.0		
S	%				36.6	38.6	8.3		
L + A	%				63.4	60.8	91.7		
L	%				28.2	25.8	28.9		
A	%				35.2	35.0	62.8		
<b>Limiti di Atterberg</b>									
W <sub>L</sub>	%	40.4	42.5		37.5	31.3	36.8		42.2
W <sub>P</sub>	%	24.0	28.9		24.8	21.5	26.8		26.3
l <sub>c</sub>	-	1.24	1.58		1.06	0.50	1.41		1.46
l <sub>p</sub>	%	16.4	13.6		12.7	9.8	10.0		15.9
<b>Caratteristiche fisiche</b>									
$\gamma_N$	kN/m <sup>3</sup>	19.3	18.7	22.8	18.3	17.9	18.0	21.6	19.6
$\gamma_S$	kN/m <sup>3</sup>								
G <sub>s</sub>	-								
w <sub>N</sub>	%	20.0	21.0	10.6	24.0	26.4	22.6	13.6	18.9
e	-				0.765	0.831	0.765		
<b>Resistenza drenata</b>									
(TD) c	kPa						26.0		
(TD) f	°		27.2		27.3	27.2	18.9		
(TD) c <sub>i</sub>	kPa								
(TD) f <sub>i</sub>	°		12.6						

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 51 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	SN2238	SN2238	SN2242	SN2242	SN2242	SN2244	SN2244
<b>Campione</b>	-	2S	3S	1M	1S	2S	1S	2M
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	a	a	Sch	a	a	a	Salt
<b>Prof.</b>	m	6.60	9.00	19.00	5.90	11.60	2.10	7.00

### Granulometria

G	%	0.0						
S	%	1.9						
L + A	%	98.1						
L	%	36.4						
A	%	61.7						

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	45.0	53.9	36.5	49.2	33.2	34.1	
W <sub>P</sub>	%	25.7	28.6	24.4	25.9	23.8	23.7	
l <sub>c</sub>	-	1.19	1.21	2.05	1.24	1.14	1.63	
l <sub>p</sub>	%	19.3	25.3	12.1	23.3	9.4	10.4	

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	19.0	18.6	21.1	19.2	19.9	17.9	20.5
w <sub>N</sub>	%	22.1	23.2	11.7	20.3	22.4	17.1	9.9
e	-					0.543		

### Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito)

E <sub>ed</sub>	kPa					9146.0		
-----------------	-----	--	--	--	--	--------	--	--

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa							
----------------	-----	--	--	--	--	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa							
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa					122.4		

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa	4.2	14.9		17.5		4.1	
(TD) f	°	28.8	20.1		23.9		32.2	
(TD) c <sub>r</sub>	kPa		27.0		7.9			
(TD) f <sub>r</sub>	°		12.8		17.0			

<b>Sondaggio</b>	-	SN2137	SN2137	SN2137
<b>Campione</b>	-	2.00	3.00	4.00
<b>Tipo</b>	-	rim	rim	rim
<b>Unità</b>	-	0.00	0.00	0.00
<b>Prof.</b>	m	4.70	7.50	9.20

### Granulometria

G	%	0.0	0.0	0.0
S	%	10.7	4.9	14.7
L + A	%	89.9	95.1	86.5
L	%	0.0	0.0	0.0
A	%	0.0	0.0	0.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	34.0	38.0	26.0
W <sub>P</sub>	%	23.0	24.0	18.0
l <sub>c</sub>	-			
l <sub>p</sub>	%	11.0	14.0	8.0

(\*) segue da pagina precedente.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 52 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

#### 4.5 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2017

La campagna geognostica del 2017 è stata programmata con le seguenti finalità:

- Realizzazione di sondaggi geotecnici in corrispondenza di opere non precedentemente indagate o con poche indagini rispetto alla importanza dell'opera ed in relazione alla variabilità stratigrafica;
- Prelievo di campioni indisturbati da sottoporre alle prove di laboratorio per la caratterizzazione meccanica sia delle coltri, talvolta potenzialmente instabili, sia delle formazioni del substrato;
- La realizzazione di numerose prove in foro di sondaggio per la caratterizzazione dei materiali in sito (SPT in terreni incoerenti e PP in terreni coesivi).
- Installazione di strumentazioni inclinometriche per il monitoraggio dei numerosi corpi di frana (anche catalogati PAI) che intercettano il tracciato;
- Installazione di tubazioni piezometriche per il rilievo dei livelli di falda;
- Esecuzione dei pozzetti esplorativi con prelievo di campioni rimaneggiati per analisi di classificazione e prove di carico su piastra al fine di indagare i terreni per il trattamento del piano di posa.

In particolare, la campagna di indagine integrativa effettuata nel 2017 è consistita in:

- n. 19 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di profondità compresa tra 15 e 45 m, eseguiti nelle tratte all'aperto;
- n. 4 sondaggio geognostici a distruzione di nucleo, eseguiti nelle tratte all'aperto;
- n. 7 sondaggi geognostici eseguiti nelle Gallerie naturali (denominati "A");
- n. 12 pozzetti esplorativi, denominati "XP", di profondità compresa tra 1 e 2 m, dove sono state eseguite prove di carico su piastra e prelievo di un campione rimaneggiato;
- installazione di piezometri a tubo aperto per la lettura del livello di falda;
- installazione di tubi inclinometrici nei fori di sondaggio per il monitoraggio delle aree in frana;
- n. 60 campioni ambientali di terreno, prelevati nel corso della perforazione dei sondaggi posti in vasetti di vetro (1 Kg) chiusi ed etichettati;
- prelievo di 30 campioni indisturbati e di 79 campioni rimaneggiati;
- 14 prove dilatometriche.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- descrizione stratigrafica, foto a colori, rilievo geomeccanico;
- esecuzione di prove SPT (Standard Penetration Test);
- prelievo di campioni di terreno e roccia sottoposti a prove di laboratorio;
- misure di valori di Pocket Penetrometer nei terreni coesivi;
- prove dilatometriche su roccia;
- rilievo falda.

Durante l'esecuzione dei pozzetti esplorativi sono stati effettuati:

- descrizione stratigrafica e rilievo dello spessore vegetale;
- prelievo di campioni sottoposti a prove di laboratorio;
- prove di carico su piastra a 0.5 m da p.c..

Nella seguente tabella si sintetizzano le attività svolte nel lotto in esame.

Tabella 12 – Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna geognostica del 2016

Sondaggio/Pozzetto	Profondità [m]	Quota boccaforo	n. prove	Prelievo campioni	Strumentazione installata	Prove dilatometriche
--------------------	----------------	-----------------	----------	-------------------	---------------------------	----------------------

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 53 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

		[m] s.l.m.	SPT			
X3.3	26.8	311.699	1	C.L.: 2 C.L.: 2 CR: 5	T.A.[0÷26]	-
X3.4	34.5	333.340	6	C.L.: 2 CR:3	T.A.[0÷30]	-
X3.5	20.0	341.078	3	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[3÷15]	-
X3.6	18.6	347.101	5	C.L.: 2 C.L.: 2 CR: 4	T.A.[3÷18.6]	-
X3.7	20.0	323.050	4	C.L.: 2 C.L.: 1 CR: 2	IN.[20]	-
X3.7bis (DS)	20.0	323.148	-	-	T.A.[3÷20]	-
X3.9	27.0	356.232	3	C.L.: 1 C.L.: 1 CR: 3	IN.[27]	-
X3.10	15.0	337.710	3	C.L.: 2 C.L.: 1 CR: 3	T.A.[0÷15]	-
X3.10bis	20.0	-	-	-	IN [20]	-
X3.13	20.0	343.624	3	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷20]	-
X3.14	20.0	327.945	3	C.R.: 3 C.L.: 4	T.A.[0÷20]	-
X3.16	30.0	304.983	2	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 5	-	-
X3.17	45.0	325.801	5	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 5	T.A.[0÷35]	-
X3.18	20.0	338.738	3	C.L.: 2 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷20]	-
X3.18bis	20.0	-	-	-	IN [20]	-
X3.19	25.0	-	-	-	IN [25]	-
X3.19bis	25.0	-	-	-	T.A.[20]	-
X3.20	15.0	354.617	3	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷15]	-
X3.22	25.0	369.004	5	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 4	T.A.[0÷25]	-
X4.1	16.0	373.981	3	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷16]	-
X4.3	15.0	383.634	2	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷15]	-
X4.3bis	-	-	-	-	IN [25]	-
X4.4	-	-	-	-	IN [15]	-
X4.4bis	-	-	-	-	T.A.[15]	-
X4.5	16.0	458.033	4	C.L.: 1 C.L.: 2 CR: 3	T.A.[0÷16]	-
X4.6	15.0	471.966	2	C.L.: 2 C.R.: 3	T.A.[0÷15]	-
A1.3	55.0	375.989	-	C.L.: 1 CR: 2	-	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 54 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

A2.3	48.0	375.936	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
A4.3	107.0	414.35	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
A5.3	100.0	410.25	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
A7.3	58.0	361.544	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
A9.3	78.0	507.116	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
A10.3	68.0	502.429	-	C.I.: 1 CR: 1	-	2
X4.4 (DS)	15.0		-	-	IN	-
X4.4bis (DS)	15.0		-	-	TA	-
X3.18bis (DS)	20.0		-	-	IN	-
XPZ1.3	1.6	-	-	CR:1 CH: 2	-	-
XPZ4.3	2.0	-	-	CR:1 CH: 3	-	-
XPZ5.3	1.6	-	-	CR:1	-	-
XPZ6.3	1.6	-	-	CR:1	-	-
XPZ7.3	1.9	-	-	CR:1	-	-
XPZ8.3	2.0	-	-	CR:1 CH: 3	-	-
XPZ9.3	1.6	-	-	CR:1 CH: 3	-	-
XPZ1.4	2.0	-	-	CR:1	-	-
XPZ2.4	2.0	-	-	CR:1 CH: 3	-	-
XPZ3.4	1.6	-	-	CR:1 CH: 3	-	-
PA3.2	2.2	-	-	CH: 3	-	-
PA3.3	2.0	-	-	CH: 3	-	-

TA [m]: Piezometro a Tubo Aperto [profondità tratto filtrante]  
 IN. = Inclino metro  
 C.L. = Campione litoide rimaneggiato (spezzone di carota)  
 C.R. = Campione rimaneggiato  
 C.I. = Campione indisturbato  
 C.H. = campione ambientale

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle prove di carico su piastra circolare (D= 29.8 cm) eseguite nei pozzetti esplorativi.

**Tabella 13 - Risultati prove di carico su piastra sui pozzetti - campagna geognostica del 2017**

Pozzetto	Profondità [m]	Md1 [MPa]	Md2 [MPa]	Unità
XPZ1.3	0.50	2.8	129.8	Ala
XPZ4.3	0.50	3.2	80.7	Ecla
XPZ5.3	0.50	7.7	175.6	As
XPZ6.3	0.50	8.2	21.9	Ecla
XPZ7.3	0.50	2.7	13.3	Ala
XPZ8.3	0.50	3.5	29.6	Ala
XPZ9.3	0.50	4.8	38.8	Ala
XPZ1.4	0.50	10.3	67.8	Ecla
XPZ2.4	0.50	3.2	31.8	Ecla
XPZ3.4	0.50	12.2	102.9	Ecla

Md1 = modulo di deformazione al primo ciclo di carico  
 Md2 = modulo di deformazione al secondo ciclo di carico

#### 4.5.1 Letture inclinometriche

Sono disponibili oltre le letture di zero, un paio di letture (vedasi figure nel paragrafo 3.2).

#### 4.5.2 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono in programma le seguenti prove di laboratorio:

Nei terreni:

- analisi granulometriche;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- determinazione del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- determinazione del contenuto d'acqua naturale ( $w_N$ );
- prove di taglio diretto (anche in tensioni residue);
- prove ad espansione laterale libera (ELL).

Nelle porzioni litoidi:

- determinazione del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- determinazione della resistenza a compressione monoassiale ( $\sigma_C$ ).

Al momento della stesura del presente elaborato, si ha a disposizione solo una minima parte dei risultati delle prove di laboratorio, che sono attualmente in corso. Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati i risultati delle prove eseguite.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 56 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 14 – Tabelle laboratorio campagna 2017

<b>Sondaggio</b>	-	X3.3	X3.3	X3.3	X3.3	X3.3	X3.4	X3.4	X3.4	X3.4	X3.5
<b>Campione</b>	-	C11	C12	CRL1	CRL2	SPT1	C11	C12	SPT4	SPT6	C11
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	rim	rim	rim	ind	ind	rim	rim	ind
<b>Unità</b>	-	Salt	Pa	Ap	Pa	Ag	EClA	EClA	EClA	EClA	Aate
<b>Prof.</b>	m	6.00	8.75	13.00	15.60	3.00	3.50	8.60	12.30	18.00	2.00

**Granulometria**

G	%	0.0	0.0			42.0	1.0	2.0	0.0	0.5	2.0
S	%	6.0	41.0			37.0	34.0	32.0	36.0	31.5	34.0
L + A	%	94.0	59.0			21.0	65.0	66.0	64.0	68.0	64.0
L	%	53.0	59.0			14.0	39.0	32.0	40.0	39.0	33.0
A	%	41.0	0.0			7.0	26.0	34.0	24.0	29.0	31.0

**Limiti di Atterberg**

W <sub>L</sub>	%	46.7	32.7				37.3	36.8	39.4	38.0	44.5
W <sub>p</sub>	%	22.1	19.5				17.7	16.4	16.0	17.6	19.6
I <sub>p</sub>	-	1.27	1.81				0.87	0.79			
I <sub>a</sub>	%	24.6	13.2				19.5	20.4	23.3	20.4	24.9

**Caratteristiche fisiche**

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	21.9	22.9	23.7	23.6		20.3	20.3			
w <sub>N</sub>	%	15.5	8.8				20.4	20.6			
e	-	0.400	0.260				0.569	0.573			

**Resistenza a compressione monoassiale**

σ <sub>c</sub>	MPa		1.155	4.66	3.24						
----------------	-----	--	-------	------	------	--	--	--	--	--	--

**Resistenza non drenata**

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa										
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa	301.5	577.5				66.0	81.5			

**Resistenza drenata**

(TD) c	kPa							50.0			30.3
(TD) f	°							19.0			27.9
(TD) c <sub>v</sub>	kPa							8.5			9.7
(TD) f <sub>v</sub>	°							22.7			24.7

<b>Sondaggio</b>	-	X3.5	X3.5	X3.5	X3.5	X3.5	X3.6	X3.6	X3.6	X3.6	X3.6
<b>Campione</b>	-	SPT1	SPT2	SPT3	CRL1	CRL2	C11	C12	SD1	SPT1	SPT2
<b>Tipo</b>	-	rim	rim	rim	0.00	0.00	ind	ind	ind	rim	rim
<b>Unità</b>	-	Aate	Aate	Salt	Ap	Ap	Aate	Aate	Aate	Aate	Aate
<b>Prof.</b>	m	2.50	5.30	9.00	9.55	15.18	5.00	8.00	7.80	3.00	6.00

**Granulometria**

G	%	2.0	43.0	3.0			12.0	33.0	18.0	8.0	24.0
S	%	26.0	33.0	2.0			16.0	50.0	47.0	23.0	46.0
L + A	%	71.0	23.0	95.0			72.0	16.0	36.0	69.0	43.0
L	%	32.0	15.0	51.0			38.0	11.0	36.0	42.0	11.0
A	%	39.0	8.0	44.0			34.0	5.0	0.0	27.0	32.0

**Limiti di Atterberg**

W <sub>L</sub>	%	57.1	26.2	52.0				46.9			42.4
W <sub>p</sub>	%	23.0	17.0	26.7				22.2			18.7
I <sub>p</sub>	-							1.16			
I <sub>a</sub>	%	34.1	9.3	25.3				24.6			23.6

**Caratteristiche fisiche**

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>					23.5	18.9				
w <sub>N</sub>	%						18.4				

**Resistenza a compressione monoassiale**

σ <sub>c</sub>	MPa					5.6					
----------------	-----	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--

**Resistenza drenata**

(TD) c	kPa						10.0				
(TD) f	°						36.6				
(TD) c <sub>v</sub>	kPa										
(TD) f <sub>v</sub>	°						37.3				

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 57 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	X3.6	X3.6	X3.6	X3.7	X3.7	X3.7	X3.10	X3.9	X3.10	X3.10
<b>Campione</b>	-	SPT3	SPT5	CRL1	C11	C12	CRL1	CRL1	C11	C11	C12
<b>Tipo</b>	-	rim	rim	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	Aate	Salt	Ap	EClA	Salt	Pa	Ap	Aate	EClA	Salt
<b>Prof.</b>	m	10.50	15.00	17.70	6.00	15.00	18.00	13.70	6.00	4.50	10.50

### Granulometria

G	%	0.0	1.0		0.0	0.0			4.0	0.0	1.0
S	%	26.0	10.0		30.0	23.0			27.0	36.0	29.0
L + A	%	74.0	89.0		69.0	76.0			69.0	63.0	70.0
L	%	36.0	52.0		37.0	31.0			34.0	34.0	31.0
A	%	38.0	37.0		32.0	45.0			35.0	29.0	39.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	48.0	60.5		39.9	43.3			50.7	43.3	49.4
W <sub>P</sub>	%	18.9	30.0		17.5	20.7			24.3	19.3	19.8
l <sub>s</sub>	-				0.84	0.80			1.17	0.75	0.79
l <sub>p</sub>	%	29.1	30.5		22.5	22.6			26.4	24.0	29.5

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>			23.4	20.3	19.3	23.3	24.2	18.7	18.7	19.2
w <sub>N</sub>	%				20.9	25.2			19.9	25.4	26.2
e	-				0.578	0.718				0.801	0.747

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa			2.94			2.2	5.47			
----------------	-----	--	--	------	--	--	-----	------	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa										
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa				108.0	56.0			74.0	20.5	46.0

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa					30.0			24.5	17.5	21.2
(TD) f	°					26.8			27.6	29.1	22.0
(TD) c <sub>v</sub>	kPa					39.0			12.5	17.5	9.5
(TD) f <sub>v</sub>	°					23.6			24.3	24.9	20.8

<b>Sondaggio</b>	-	X3.10	A4.3	A5.3	X3.13	X3.16	A9.3	A10.3	X3.9	X3.9	X3.13
<b>Campione</b>	-	SPT3	C1	C11	CRL2	SPT1	R1	R1	SPT1	SPT3	C11
<b>Tipo</b>	-	rim	0.00	ind	ind	rim	rim	0.00	rim	rim	
<b>Unità</b>	-	EClA	Ap	Ap	Pa	Ag	Sch	Sch	Aate	Aate	EclA
<b>Prof.</b>	m	9.00	74.40	67.20	12.15	3.00	44.50	34.00	3.00	10.50	5.50

### Granulometria

G	%	14.0				61.0			3.0	7.0	1.0
S	%	39.0				27.0			30.0	30.0	21.0
L + A	%	47.0				12.0			67.0	63.0	79.0
L	%	28.0				12.0			32.0	34.0	35.0
A	%	19.0				0.0			35.0	29.0	44.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%					21.8			42.5	41.0	60.9
W <sub>P</sub>	%					13.3			19.2	18.5	25.8
l <sub>s</sub>	-										0.88
l <sub>p</sub>	%					8.5			23.3	22.6	35.1

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>		24.6	24.5	22.5		22.9				18.5
w <sub>N</sub>	%			10.3							30.0

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa		26.46	3.46	1.08		11.9				
----------------	-----	--	-------	------	------	--	------	--	--	--	--

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa										9.0
(TD) f	°										22.6
(TD) c <sub>v</sub>	kPa										5.0
(TD) f <sub>v</sub>	°										20.5

(\*) segue da pagina precedente.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 58 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	X3.13	X3.14	X3.14	X3.14	X3.16	X3.16	X3.16	X3.17	X3.17	X3.17
<b>Campione</b>	-	SPT1	Cl1	CRL1	CRL2	CL1	CRL1	CRL2	Cl1	SPT1	SPT3
<b>Tipo</b>	-			0.00	0.00	ind		rim		rim	rim
<b>Unità</b>	-	Ecla	Ecla	Ap	Ap	Ap	Ap	Pa	Ala	Ag	Ag
<b>Prof.</b>	m	3.00	6.00	12.00	18.00	9.50	17.60	23.70	21.00	3.00	9.00

### Granulometria

G	%	0.0	2.0						4.0	56.0	50.0
S	%	28.0	10.0						19.0	12.0	24.0
L + A	%	72.0	88.0						67.0	32.0	25.0
L	%	40.0	44.0						40.0	12.0	12.0
A	%	32.0	44.0						27.0	20.0	13.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	40.0	78.3			21.8			46.3	61.3	
W <sub>p</sub>	%	19.7	24.5			13.3			19.4	29.6	
I <sub>p</sub>	-		1.07								
I <sub>e</sub>	%	20.3	53.7			8.5			26.9	31.6	

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>		19.3	24.2	24.2		24.7		19.7		
w <sub>N</sub>	%		20.9								
e	-								0.671		

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa			11.1	30.3		30.1				
----------------	-----	--	--	------	------	--	------	--	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa										
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa								51.5		

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa		62.5								
(TD) f	°		15.2								
(TD) c <sub>v</sub>	kPa		10.5			11.7					
(TD) f <sub>v</sub>	°		16.2			15.0					

<b>Sondaggio</b>	-	X3.17	X3.17	X3.18	X3.18	X3.18	X3.18	X3.18	X3.18	X3.20	X3.20
<b>Campione</b>	-	CL2	CL1	Cl1	Cl2	SPT1	SPT2	CRL1	CRL2	CRL1	Cl1
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	ind	ind	rim	rim	rim	rim	0.00	ind
<b>Unità</b>	-	Ap	Ap	Ag	Pa	Ala	Ag	Pa	Pa	Pa	Ala
<b>Prof.</b>	m	30.00	27.00	6.00	11.10	3.00	8.00	12.10	17.55	11.30	4.00

### Granulometria

G	%	0.0	0.0	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	%	0.0	0.0	14.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L + A	%	0.0	0.0	18.0	0.0	83.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L	%	0.0	0.0	9.0	0.0	39.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A	%	0.0	0.0	9.0	0.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D50	mm										

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%			38.8		53.6	29.0				47.4
W <sub>p</sub>	%			19.2		24.3	14.5				20.1
I <sub>p</sub>	-										1.14
I <sub>e</sub>	%			19.6		29.4	14.5				27.3

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>				22.3			22.4	22.4	21.8	19.9
w <sub>N</sub>	%				12.5						16.3

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa				1.12			1.42	1.25	1.86	
----------------	-----	--	--	--	------	--	--	------	------	------	--

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa										32.5
(TD) f	°										32.0
(TD) c <sub>v</sub>	kPa										11.5
(TD) f <sub>v</sub>	°										31.0

(\*) segue da pagina precedente.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 59 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	X3.20	X3.22	X3.22	X3.22	X3.22	X3.22	X4.1	X4.1	X4.1	X4.3
<b>Campione</b>	-	SPT2	CRL2	Cl1	SPT1	SPT2	CRL2	Cl1	SPT1	CRL2	Cl1
<b>Tipo</b>	-	rim	0.00	ind	rim	rim	0.00	ind	rim	0.00	ind
<b>Unità</b>	-	Ala	Ap	Ala	Ag	Ag	Pa	Salt	Ag	Sch	Salt
<b>Prof.</b>	m	6.00	24.00	15.00	3.00	6.00	24.00	12.00	3.00	15.30	9.00

### Granulometria

G	%	0.0		0.0	47.0	49.0		1.0	62.0		5.0
S	%	7.0		7.0	25.0	32.0		29.0	16.0		28.0
L + A	%	93.0		92.0	28.0	20.0		70.0	21.0		67.0
L	%	46.0		44.0	17.0	11.0		36.0	13.0		38.0
A	%	47.0		48.0	11.0	9.0		34.0	8.0		29.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	48.7		55.4	23.2	19.7		35.9	32.8		34.2
W <sub>P</sub>	%	22.4		26.0	14.8	14.6		19.1	18.2		17.7
l <sub>c</sub>	-			0.80				1.02			0.70
l <sub>p</sub>	%	26.4		29.4	8.4	5.1		16.8	14.7		16.5

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>		24.1	18.6				19.3			19.1
w <sub>N</sub>	%			31.9				18.7			22.7
e	-			0.878							

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa		15.5								
----------------	-----	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa										
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa			49.5							

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa							25.3			
(TD) f	°							26.8			34.7
(TD) c <sub>d</sub>	kPa							21.9			
(TD) f <sub>d</sub>	°							20.8			34.7

<b>Sondaggio</b>	-	X4.3	X4.3	X4.5	X4.5	X4.6	X4.6	A1.3	A1.3	A1.3	A2.3
<b>Campione</b>	-	SPT1	CRL2	Cl1	CRL2	CRL2	CR1	Cl1	R1	SD1	Cl1
<b>Tipo</b>	-	rim	0.00				rim			ind	ind
<b>Unità</b>	-	Ag	Sch	ECl <sub>a</sub>	ECl <sub>a</sub>	Sch	Salt	Pa	Ap	Ap	Ap
<b>Prof.</b>	m	3.00	13.00	4.00	12.00	9.60	4.50	25.00	20.60	23.00	17.04

### Granulometria

G	%	22.0					18.0				
S	%	38.0					19.0				
L + A	%	40.0					62.0				
L	%	25.0					34.0				
A	%	15.0					28.0				

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	22.4		55.8	36.5		36.6				
W <sub>P</sub>	%	13.6		23.6	18.7		20.8				
l <sub>c</sub>	-			0.92							
l <sub>p</sub>	%	8.7		32.2	17.8		15.9				

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>			18.8		22.1			23.6	23.6	22.6
γ <sub>S</sub>	kN/m <sup>3</sup>										
G <sub>S</sub>	-							30.0			15.5
w <sub>N</sub>	%	22.0					18.0				
e	-	38.0					19.0				

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa					4.7			2.45	0.86	2.59
----------------	-----	--	--	--	--	-----	--	--	------	------	------

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa			17.5							
(TD) f	°			23.7							
(TD) c <sub>d</sub>	kPa			11.0							
(TD) f <sub>d</sub>	°			24.8							

(\*) segue da pagina precedente.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 60 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	A2.3	A2.3	A2.3	A7.3	A10.3	X3.9	X3.9	X3.9
<b>Campione</b>	-	R1	C11	C11	R1	c1	CRL1	SPT1	SPT3
<b>Tipo</b>	-	rim	ind	ind	rim	ind	rim	rim	rim
<b>Unità</b>	-	Ap	Ap	Ap	Pa	Sch	Ap	Aate	Aate
<b>Prof.</b>	m	13.00	17.22	17.50	23.00	36.60	26.30	3.00	10.50

### Granulometria

G	%							3.0	7.0
S	%							30.0	30.0
L + A	%							67.0	63.0
L	%							32.0	34.0
A	%							35.0	29.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%							42.5	41.0
W <sub>P</sub>	%								18.5
I <sub>c</sub>	-								
I <sub>p</sub>	%							23.3	22.5

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	23.7	22.4	23.8	23.1	23.4	24.4		
----------------	-------------------	------	------	------	------	------	------	--	--

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa	9.72	8.08	8.3	4.02	6.06	23.3		
----------------	-----	------	------	-----	------	------	------	--	--

(\*) segue da pagina precedente.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 61 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	X3.3	X3.3	X3.3	X3.3	X3.3	X3.4	X3.4	X3.4	X3.4
<b>Campione</b>	-	Cl1	Cl2	CRL1	CRL2	SPT1	Cl1	Cl2	SPT4	SPT6
<b>Tipo</b>	-	ind	ind	rim	rim	rim	ind	ind	rim	rim
<b>Unità</b>	-	Salt	Pa	Pa	Pa	Ag	Ate	Ate	Ate	Ate
<b>Prof.</b>	m	6.00	8.75	13.00	15.60	3.00	3.50	8.60	12.30	18.00

### Granulometria

G	%	0.0	0.0				1.0	2.0	0.0	0.5
S	%	6.0	41.0				34.0	32.0	36.0	31.5
L + A	%	94.0	59.0				65.0	66.0	64.0	68.0
L	%	53.0	59.0				39.0	32.0	40.0	39.0
A	%	41.0	0.0				26.0	34.0	24.0	29.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	46.7					37.3	36.8	39.4	38.0
W <sub>p</sub>	%	22.1					17.7	16.4	16.0	17.6
I <sub>p</sub>	%	24.6					19.5	20.4	23.3	20.4

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>	21.9	22.9				20.3	20.3		
w <sub>N</sub>	%	15.5	8.8				20.4	20.6		

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa			4.66	3.24					
----------------	-----	--	--	------	------	--	--	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa									
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa	301.5	577.5				66.0	81.5		

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa							50.0		
(TD) f	°							19.0		
(TD) c <sub>r</sub>	kPa							8.5		
(TD) f <sub>r</sub>	°							22.7		

<b>Sondaggio</b>	-	X3.5	X3.5	X3.5	X3.5	X3.5	X3.5	X3.6	X3.6	X3.6	X3.6
<b>Campione</b>	-	Cl1	SPT1	SPT2	SPT3	CRL1	CRL2	Cl1	Cl2	SD1	SPT1
<b>Tipo</b>	-	ind	rim	rim	rim	rim	rim	ind	ind	ind	rim
<b>Unità</b>	-	Ate	Ate	Ag	Pa	Pa	Pa	Ecls	Ecls	Ecls	Ecla
<b>Prof.</b>	m	2.00	2.50	5.30	9.00	9.55	14.80	5.00	8.00	7.70	3.00

### Granulometria

G	%	2.0	2.0						33.0	18.0	8.0
S	%	34.0	26.0						50.0	47.0	23.0
L + A	%	64.0	71.0						16.0	36.0	69.0
L	%	33.0	32.0						11.0	36.0	42.0
A	%	31.0	39.0						5.0	0.0	27.0

### Limiti di Atterberg

W <sub>L</sub>	%	44.5	57.1	26.2	52.0			46.9			42.4
W <sub>p</sub>	%	19.6	23.0	17.0	26.7			22.2			18.7
I <sub>p</sub>	%	24.9	34.1	9.3	25.3			24.6			23.6

### Caratteristiche fisiche

γ <sub>N</sub>	kN/m <sup>3</sup>										
w <sub>N</sub>	%										

### Resistenza a compressione monoassiale

σ <sub>c</sub>	MPa						5.6				
----------------	-----	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--

### Resistenza non drenata

(TX-UU) c <sub>u</sub>	kPa										
(TX-ELL) c <sub>u</sub>	kPa										

### Resistenza drenata

(TD) c	kPa	30.3						10.0			
(TD) f	°	27.9						36.6			
(TD) c <sub>r</sub>	kPa	9.7						-2.0			
(TD) f <sub>r</sub>	°	24.7						37.3			



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 62 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Sondaggio</b>	-	X3.6	X3.6	X3.6	X3.6	X3.7	X3.7	X3.7
<b>Campione</b>	-	SPT2	SPT3	SPT5	CRL1	CI1	CI2	CRL1
<b>Tipo</b>	-	rim	rim	rim	ind	ind	ind	ind
<b>Unità</b>	-	EClS	EClA	Salt	Pa	EClA	EClA	Pa
<b>Prof.</b>	m	6.00	10.50	15.00	17.70	6.00	15.00	18.00

#### Granulometria

G	%		0.0	1.0		0.0	0.0	
S	%		26.0	10.0		30.0	23.0	
L + A	%		74.0	89.0		69.0	76.0	
L	%		36.0	52.0		37.0	31.0	
A	%		38.0	37.0		32.0	45.0	

#### Limiti di Atterberg

$W_L$	%		48.0	60.5		39.9	43.3	
$W_P$	%		18.9	30.0		17.5	20.7	
$I_P$	%		29.1	30.5		22.5	22.6	

#### Caratteristiche fisiche

$\gamma_N$	kN/m <sup>3</sup>					20.3	19.3	
$w_N$	%					20.9	25.2	

#### Resistenza a compressione monoassiale

$\sigma_c$	MPa				2.94			2.2
------------	-----	--	--	--	------	--	--	-----

#### Resistenza non drenata

(TX-UU) $c_u$	kPa							
(TX-ELL) $c_u$	kPa				108.0	56.0		

#### Resistenza drenata

(TD) $c$	kPa						28.5	
(TD) $f$	°						29.4	
(TD) $c_r$	kPa						12.2	
(TD) $f_r$	°						29.8	

(\*) segue da pagina precedente.

## 4.6 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2020

Nel 2020 è stata eseguita una integrazione di indagini costituita da indagini sismiche finalizzate alla definizione della categoria di sottosuolo ed alla conferma della ricostruzione stratigrafica con particolare riferimento alle opere d'arte principali. Le indagini eseguite sono (vedasi tabelle seguenti):

- n. 19 profili sismici a rifrazione in onde P;
- n. 15 indagini sismiche Masw;
- n. 15 indagini sismiche HVSR.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 63 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 15 – Sismiche a rifrazione - campagna geognostica del 2020

Sigla indagine	Lungh. (m)	Shot n°	Coordinate WGS 84		Quota s.l.m.		Progressive. Km
			Inizio	Fine	Inizio	Fine	
RIF 01	120	7	43.220356°	43.219399°	316.4	315.9	0+732
			13.041398°	13.042066°			0+852
RIF 02	120	7	43.213942°	43.212875°	343.9	315.6	1+492
			13.044280°	13.044197°			1+612
RIF 03	120	7	43.212510°	43.211450°	319.9	345.8	1+652.5
			13.044501°	13.044523°			1+770.5
RIF 04	120	7	43.207893°	43.207014°	353.0	349.0	2+264.8
			13.044452°	13.045267°			2+165
RIF 05	120	9	43.203255°	43.203753°	351.0	337.8	2+680
			13.043926°	13.045206°			2+626.5
RIF 06	120	7	43.203844°	43.202804°	350.8	347.9	2+615
			13.044608°	13.044810°			2+732
RIF 07	120	7	43.174521°	43.175587°	334.5	334.9	6+128.6
			13.053976°	13.053941°			6+009
RIF 08	120	7	43.165313°	43.165172°	370.1	346.4	7+190.4
			13.055595°	13.057031°			7+196.9
RIF 09	120	7	43.158724°	43.158569°	373.8	368.1	8+027
			13.051331°	13.052761°			8+010
RIF 10	120	7	43.145411°	43.145806°	423.8	391.4	9+542.5
			13.048926°	13.047596°			9+606.6
RIF 11	120	7	43.136163°	43.135101°	434.9	443.1	10+675.7
			13.051926°	13.052100°			10+794.5
RIF 12	120	7	43.135798°	43.135924°	452.6	426.6	10+692.5
			13.052745°	13.051309°			10+726.8
RIF 13	120	7	43.126115°	43.125331°	471.9	461.9	11+914.6
			13.056635°	13.057553°			12+030
RIF 14	96	7	43.125129°	43.125873°	462.6	473.0	11+981.7
			13.056353°	13.057330°			11+972.6
RIF 15	120	7	43.125950°	43.126748°	474.2	491.6	11+972.6
			13.057441°	13.058421°			11+958.6
RIF 16	120	7	43.123078°	43.122580°	446.8	456.6	12+537.2
			13.060910°	13.062189°			12+414
RIF 17	120	7	43.122371°	43.123348°	446.8	455.3	12+476.8
			13.061322°	13.061916°			12+485
RIF 18	120	7	43.122912°	43.121876°	462.6	441.8	13+025.8
			13.068256°	13.068058°			13+056
RIF 19	120	7	43.196215°	43.196315°	350.2	354.1	3+460
			13.044782°	13.043441°			3+460

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 64 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 16 – Sismiche Masw - campagna geognostica del 2020

Sigla Masw	Lunghezza (m)	Coordinate WGS 84		Quota s.l.m.		Progressive. Km
		Inizio	Fine	Inizio	Fine	
MASW 01	46	43.220073°	43.219709°	315.5	316.0	0+767
		13.041576°	13.041835°			0+813
MASW 02	46	43.213779°	43.213734°	339.0	340.0	1+509
		13.043972°	13.044571°			1+517.4
MASW 03	46	43.212239°	43.212247°	325.2	323.5	1+677.4
		13.044226°	13.044779°			1+677.4
MASW 04	46	43.207291°	43.207483°	340.7	337.8	2+232.7
		13.044599°	13.045098°			2+211.7
MASW 05	46	43.203442°	43.203624°	343.6	339.4	2+660
		13.044473°	13.044975°			2+640
MASW 06	46	43.201636°	43.201340°	357.8	360.0	2+860.6
		13.044546°	13.044915°			2+894.5
MASW 07	46	43.190350°	43.190691°	305.0	305.0	4+111.3
		13.044423°	13.044729°			4+085
MASW 08	46	43.189124°	43.189303°	329.3	325.4	4+259
		13.045291°	13.045784°			4+262
MASW 09	46	43.149481°	43.149446°	385.0	384.6	9+132.8
		13.046792°	13.047341°			9+130
MASW 10	46	43.146605°	43.146876°	386.5	384.0	4+445.4
		13.046932°	13.047346°			4+422
MASW 11	46	43.135671°	43.135274°	441.0	444.0	10+729.2
		13.051974°	13.052042°			10+774.7
MASW 12	46	43.125763°	43.125459°	471.8	469.0	11+963.5
		13.056999°	13.057367°			12+009.6
MASW 13	46	43.122476°	43.122682°	448.5	448.5	12+460
		13.061152°	13.061632°			12+490
MASW 14	46	43.122090°	43.122123°	446.0	454.0	12+988.8
		13.067583°	13.068135°			13+035
MASW 15	46	43.196379°	43.195984°	348.4	347.0	3+447.8
		13.044092°	13.044191°			3+491.8

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 65 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Tabella 17 – Sismiche HVSR - campagna geognostica del 2020

ID	Durata (min)	Coordinate WGS 84		Quota s.l.
		Latitudine	Longitudine	
HVSR 01	20	43.219887°	13.041707°	314.7
HVSR 02	20	43.213760°	13.044247°	339.4
HVSR 03	20	43.212242°	13.044505°	325.0
HVSR 04	20	43.207376°	13.044825°	339.0
HVSR 05	20	43.203533°	13.044732°	341.5
HVSR 06	20	43.201421°	13.044814°	359.3
HVSR 07	20	43.190529°	13.044585°	305.0
HVSR 08	20	43.189214°	13.045542°	327.4
HVSR 09	20	43.149467°	13.047064°	385.0
HVSR 10	20	43.146743°	13.047140°	385.0
HVSR 11	20	43.135470°	13.052003°	443.4
HVSR 12	20	43.125624°	13.057179°	470.0
HVSR 13	20	43.122580°	13.061393°	448.7
HVSR 14	20	43.122109°	13.067881°	446.8
HVSR 15	20	43.196178°	13.044130°	349.3

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica generale del tracciato in esame, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte in sito.

Dopo aver individuato le principali unità intercettate lungo il tracciato, verranno interpretati i risultati delle indagini sulla base dei criteri di seguito esposti e quindi verranno definiti i parametri geotecnici di progetto e la stratigrafia di riferimento sia lungo il tracciato, sia per le principali opere d'arte.

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

Il profilo stratigrafico verrà preso a riferimento per definire la stratigrafia di dettaglio lungo il tracciato ed in corrispondenza delle opere d'arte in progetto.

### 5.1 DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE

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

- **Unità R - Terreno di riporto e coltre vegetale:** si includono i riporti di origine antropica ed il terreno vegetale; si tratta generalmente di limo sabbioso e sabbia limosa con clasti e frammenti vegetali e di laterizi. Non riveste rilevanza progettuale in quanto rimossa durante le operazioni di scavo/scotico.
- **Unità ECl<sub>a</sub>, ECl<sub>s</sub>,  $\alpha$  - Depositi eluvio colluviali:** si tratta di depositi a composizione granulometrica variegata ma generalmente a prevalente componente fine limo argillosa (**Unità ECl<sub>a</sub>**); localmente si rinviene sabbia limosa con clasti derivanti dalla disgregazione del substrato roccioso (**Unità ECl<sub>s</sub>**). Localmente sono state individuate zone con coperture di materiale di accumuli di frana (**Unità  $\alpha$** ).
- **Unità Ag, As, Ala - Alluvioni:** si tratta di depositi alluvionali rinvenibili in corrispondenza dei corsi d'acqua e si distinguono: ghiaie eterometriche ed eterogenee in matrice sabbiosa (**Unità Ag**), sabbie, sabbie debolmente limose (**Unità As**); limi argillosi (**Unità Ala**).
- **Unità Aate – Alluvioni terrazzate antiche:** si tratta di depositi alluvionali limoso argillosi sabbiosi.
- **Unità Salt – substrato alterato:** si tratta di una fascia di spessore variabile costituita da argilla limosa, marnosa, consistente che sovrasta il substrato a carattere da semilitoide a litoide, rappresenta la parte superiore alterata del substrato.

Il substrato è costituito dalla Formazione di Camerino (e sovrastante Formazione gessoso-solfifera) e dalla formazione dello Schlier.

All'interno della formazione di Camerino si sviluppa la maggior parte del tracciato di progetto. In funzione dell'alternanza e la posizione degli strati arenacei e degli strati pelitico-marnosi, si può giungere ad una stima del rapporto arenaria/pelite secondo la classificazione AGI – 1979.

- **Unità Pa - Substrato Pelitico – Arenaceo con  $0,2 \leq A/P \leq 1$  (Formazione di Camerino):** rappresentata da litofacies pelitico-arenacee con un rapporto  $A/P \leq 1$ .
- **Unità Ap - Substrato Arenaceo – Pelitico  $A/P \geq 1$  (Formazione di Camerino):** formata essenzialmente da litofacies costituite da arenarie e marne siltose grigie con un rapporto  $A/P \geq 1$ .
- **Unità Pel – Substrato pelitico con  $0,0 \leq A/P \leq 0,2$  (Formazione di Camerino):** rappresentata da litofacies prevalentemente pelitiche con un rapporto  $A/P \leq 0,2$ .

Da una dettagliata analisi visiva delle carote, è stato possibile stimare il valore  $A/P$  delle varie

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera LO703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 67 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

associazioni (si rimanda alla Relazione geologica e ai report stratigrafici dei sondaggi per gli approfondimenti del caso). Nel profilo geotecnico longitudinale sono mostrate le zone dove si ha prevalenza di unità Ap e/o Pa e/o Pel.

La formazione gessoso solfifera (unità geologica denominata gs) nell'area è prevalentemente pelitica e quindi viene accorpata all'unità geotecnica Pa.

- **Unità Sch – Formazione dello Schlier:** si tratta di alternanze di marne argillose, marne siltose e arenacee con intercalazioni di calcare detritico e calcareniti.

Lo Schlier si presenta come una marna più o meno argillosa con caratteristiche meccaniche e caratteristiche fisiche che possono essere assimilate alla frazione più marnosa della formazione di Camerino (Pa).

- **Unità Bl – Formazione del Bisciario:** costituita da marne e calcari marnosi ben stratificati alternati ad argille marnose. Intercettata localmente sulla SP256.

## 5.2 CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

### 5.2.1 Premessa

Ai fini della caratterizzazione dei terreni è stato fatto riferimento ai risultati di tutte le indagini ad oggi disponibili, ed in particolare:

- prove penetrometriche dinamiche SPT eseguite nei fori di sondaggio;
- prove dilatometriche in foro di sondaggio in roccia;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati.

Occorre premettere che le formazioni pelitico arenacee del substrato (di rilevanza progettuale per lo scavo delle gallerie) si inquadrano nell'ambito delle formazioni complesse, che si pongono al confine fra le terre e le rocce. Si tratta di una formazione complessa fortemente anisotropa, in cui la stratificazione/laminazione chiaramente influenzano il comportamento meccanico della stessa. In base al quadro conoscitivo complessivamente disponibile la caratterizzazione geotecnica si è basata, in ordine di importanza:

- prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, mediante un classico approccio di meccanica delle terre;
- prove pressiometriche in sito, con particolare riferimento ai parametri di deformabilità, che coinvolgendo un volume di materiale superiore forniscono valori maggiormente rappresentativi riferiti alla scala di progetto;
- mediante indici di classificazioni dell'ammasso, basati sull'esame visivo ed i rilievi geomeccanici eseguiti sulle carote.

### 5.2.2 Depositi incoerenti

Per i depositi prevalentemente incoerenti, i parametri geotecnici di resistenza al taglio e di deformabilità sono stati stimati principalmente sulla base dell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Per quanto riguarda la stima della densità relativa dalle prove SPT, sono stati considerati i valori minimi di densità relativa ottenuti dalle varie correlazioni che di seguito vengono espone.

Stato di addensamento

### Correlazione di Skempton

In accordo a quanto indicato in Skempton (1986), la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore NSPT con la seguente legge:

$$D_r = \left( \frac{1}{A + B \cdot \sigma'_{vo}} \cdot N_{SPT} \right)^{0.5}$$

essendo:

$A, B$  = costanti empiriche indicate in tabella seguente

$\sigma'_{vo}$  = pressione verticale efficace alla quota della prova SPT (kg/cm<sup>2</sup>);

$N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione ;

$D_r$  = densità relativa (-).

Tabella 18 - Costanti empiriche A e B (Skempton, 1986)

Tipo di materiale	A	B
Sabbie fini normalmente consolidate	27,5	27,5
Sabbie grosse normalmente consolidate	43,3	21,7
Sabbie sovraconsolidate	27,5+43,3	$(21,7+27,5) \cdot \frac{1+2 \cdot (ko)_{sc}}{1+2 \cdot (ko)_{nc}}$

Nel caso in esame sono state cautelativamente considerate le costanti empiriche relative a sabbie fini normal consolidate.

### Correlazione di Gibbs e Holtz

In accordo a quanto indicato da Gibbs e Holtz (1957) la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{(16 + 23 \cdot \sigma'_{vo})}}$$

### Correlazione di Bazaraa

In accordo a quanto indicato da Bazaraa (1967) la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (1 + 4.1 \cdot \sigma'_{vo})}} \quad \text{per } \sigma'_{vo} \leq 0.732 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (3.24 + 1.024 \cdot \sigma'_{vo})}} \quad \text{per } \sigma'_{vo} > 0.732 \text{ kg/cm}^2$$

essendo:

$D_r$  = densità relativa (-).

$\sigma'_{vo}$  = pressione verticale efficace in sito alla quota della prova SPT (kg/cm<sup>2</sup>);



$N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione.

### Correlazione di Terzaghi & Peck

In accordo a quanto indicato da Terzaghi e Peck (1948) la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = (10.297 + N_{SPT} \cdot 2.4142) - (N_{SPT})^2 \cdot 0.0181$$

### Parametri di resistenza

Per la stima dell'angolo di resistenza al taglio dalle prove SPT sono state utilizzate due diverse correlazioni (Bolton; Schmertmann) di seguito illustrate. Generalmente, la correlazione di Bolton ha sempre fornito valori dell'angolo di resistenza al taglio inferiori, rispetto alla correlazione di Schmertmann per tutte le unità geotecniche in esame. Cautelativamente per la definizione dei parametri di resistenza di progetto si è fatto riferimento ai valori minimi ottenuti dalle correlazioni.

### Correlazione di Schmertmann

L'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ) stimato dalle prove SPT in base alla correlazione proposta da Schmertmann (1977) correla l'angolo di resistenza al taglio alla densità relativa attraverso la seguente relazione:

$$\begin{aligned} \phi &= 38.5 + 0.108 \cdot D_R && \text{valida per sabbia e ghiaia poco limosa e ghiaietto uniforme} \\ \phi &= 34.5 + 0.10 \cdot D_R && \text{sabbia grossa-media uniformemente ben gradata} \\ \phi &= 31.5 + 0.115 \cdot D_R && \text{sabbia medio-fine uniformemente ben gradata} \\ \phi &= 28.0 + 0.14 \cdot D_R && \text{sabbia fine uniforme} \end{aligned}$$

essendo:  $D_r$  = densità relativa

Nel caso in esame si è considerata, cautelativamente per le unità incoerenti GS la correlazione valida per sabbia medio-fine uniformemente ben gradata e per le unità S la correlazione per sabbia fine uniforme.

### Correlazione di Bolton

L'angolo di resistenza al taglio di picco  $\phi'$  è stato determinato in accordo al metodo proposto da Bolton (1986):

$$\begin{aligned} \phi' &= \phi'_{cv} + m \cdot DI \\ DI &= D_r \cdot [Q - \ln(p'_f)] - 1 \end{aligned}$$

essendo:

$\phi'$  = angolo di attrito di picco riferito a pressioni di 272 kPa (°);

$Q$  = fattore che dipende dalla composizione minereologica e dalla forma delle particelle di sabbia, valore consigliato = 10;

$p'_f = 1.4 \cdot \sigma'_{ff}$  kPa (vedasi Jamiokowski et al., 1988; in accordo a quanto proposto da Baligh, 1975, si assume  $p'_f = 1.4 \cdot 272 = 380$  kPa);

$m$  = costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti (vedasi tabella seguente (°)). Nel nostro caso si assume  $m=3$ ;

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 70 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

$D_r$  = densità relativa (-).

Tabella 19 - Valori della costante empirica  $m$  secondo Bolton (1986)

Condizioni di rottura	$m$
Tipo prova triassiale di compressione ( $\sigma_2' = \sigma_3'$ )	3
Tipo prova triassiale in estensione o di deformazione piana ( $\sigma_2' \neq \sigma_3'$ )	5
$\sigma_2'$ = tensione principale efficace intermedia	
$\sigma_3'$ = tensione principale efficace minore	

I valori dell'angolo di attrito  $\phi_{cv}'$  sono stati ricavati in base a quanto indicato nella tabella seguente (Youd, 1972; Stroud, 1988) e sulla base delle prove di taglio diretto in laboratorio eseguite sui campioni prelevati. Nel caso specifico per l'angolo di attrito  $\phi_{cv}'$  si è assunto, cautelativamente:

$\phi_{cv}' = 33^\circ$  per le sabbie con ghiaia (unità Ag);

$\phi_{cv}' = 30^\circ$  per le sabbie (unità As).

Tabella 20 - Valori dell'angolo di attrito  $\phi_{cv}'$  per sabbie silicee secondo quanto riportato in Stroud (1988) e Youd (1972)

	Sabbie ben gradate	Sabbie uniformi
Sabbie a spigoli vivi	$\phi_{cv}' = 38^\circ$	$\phi_{cv}' = 34^\circ$
Sabbie a spigoli arrotondati	$\phi_{cv}' = 33^\circ$	$\phi_{cv}' = 30^\circ$

Dalle prove CPT, la resistenza al taglio per depositi incoerenti può essere stimata dalla correlazione di Dorgunoglu & Mitchell 1975 in funzione della resistenza penetrometrica e della tensione efficace in sito.

#### Caratteristiche di deformabilità

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi incoerenti possono essere stimate, in ordine di importanza:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito (prove Down-Hole);
- dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Il modulo di taglio iniziale ( $G_o$ ) e quello di Young iniziale ( $E_o$ ), associabili a piccole deformazioni, possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) utilizzando le seguenti correlazioni:

$$G_o = \frac{\gamma_t}{9.81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1 + \nu)$$

essendo:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in assunto pari a 19 kN/m<sup>3</sup>;

$\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);

$V_s$  = velocità delle onde di taglio in m/sec.

La velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) può essere ricavata direttamente dai risultati delle prove geofisiche in foro di sondaggio o indirettamente, interpretando i risultati delle prove SPT attraverso la correlazione di Ohta e Goto (1978) o la correlazione di Yoshida e al. (1988).

### Correlazione di Ohta e Goto (1978)

$$V_s = C \cdot (N_{SPT})_{50\%}^{0.171} \cdot (z)^{0.199} \cdot f_A \cdot f_G \text{ (m/sec)}$$

essendo:

$$C = 53.3;$$

$z$  = profondità dal p.c. in metri;

$f_A$  = coefficiente funzione dell'epoca geologica del deposito (vedasi la Tabella 21);

$f_G$  = coefficiente funzione della composizione granulometrica (vedasi la Tabella 22).

Tabella 21 - Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente  $f_A$  (funzione dell'epoca geologica del deposito)

$f_A$	Olocene	Pleistocene
	1,0	1,3

Tabella 22 - Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente  $f_G$  (funzione della granulometrica del deposito)

$f_G$	Ghiaie	Sabbie ghiaiose	Sabbie grosse	Sabbie medie	Sabbie fini
	1,45	1,15	1,14	1,07	1,09

Nel caso in esame è stato assunto:

$$f_A = 1.3;$$

$$f_G = 1.15 \text{ per Ag, } f_G = 1.14 \text{ per As.}$$

### Correlazione di Yoshida et al. (1988)

$$v_s = C \cdot (N_{SPT})^{0.25} \cdot (\sigma_v')^{0.14} \text{ (m/sec)}$$

essendo:

$C=49$  per sabbie fini ;

$C=56$  per sabbie grosse con almeno il 25% di ghiaia;

$C=60$  per 50% di ghiaia;

$\sigma_v'$  = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova.

I moduli di deformabilità "operativi" ( $E'$ ) da adottare per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale ( $E_0$ ).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici "operativi" saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale ( $E_{op}' = E_0/10$ ).

### 5.2.3 Depositi coesivi

Per i depositi coesivi la caratterizzazione geotecnica è stata fatta oltre che dall'interpretazione delle prove in sito, anche dai risultati delle prove di laboratorio.

#### Classificazione

La classificazione di questi terreni avverrà essenzialmente sui risultati delle seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometriche;
- pesi di volume naturale e secco;
- contenuti d'acqua naturale;
- limiti di Atterberg.

#### Caratteristiche di resistenza

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dei depositi coesivi ci si è basati principalmente sui risultati delle prove di laboratorio che sono essenzialmente prove:

- Taglio diretto e prove triassiali per la resistenza in tensioni efficaci;
- Triassiale non consolidata non drenata (TXUU) e prova di compressione assiale semplice (ELL) per la resistenza in condizioni non drenate.

La resistenza al taglio in condizioni non drenate è stata valutata anche dalle prove speditive di Pocket Penetrometer (PP) e delle prove penetrometriche dinamiche SPT in base alla seguente correlazione di Stroud (1974):

$$c_u \cong (5.0 \div 5.5) \cdot N_{SPT} \quad (\text{kPa})$$

I valori sono stati poi riportati nello stesso grafico, con indicato anche l'andamento della resistenza al taglio per un terreno normal consolidato ricavato dalla seguente relazione:  $c_{UNC} = 0.23 \cdot \sigma'_v$ .

#### Caratteristiche di deformabilità

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi coesivi possono essere stimati:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito (prove Down-Hole);
- da correlazioni di letteratura sulla base delle prove in sito.

Per quanto concerne le prove sismiche in sito, le caratteristiche di deformabilità vengono individuate con le stesse relazioni precedentemente indicate per i terreni incoerenti. Questi valori sono stati confrontati poi con i risultati derivanti dalle correlazioni per l'interpretazione delle prove in sito SPT e CPT.

Il valore del modulo di deformazione elastico ( $E'_v$ ) per terreni coesivi sovraconsolidati può anche essere stimato con la seguente correlazione (Stroud, 1974):

$$E'_v = 130 \cdot c_u = 130 \cdot f_1 \cdot N \quad [\text{kPa}]$$

Dove:

$E'_v$  = modulo di deformazione operativo (kPa)  
 $c_u$  = resistenza al taglio non drenata (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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	73 di 654

$f_1$  = fattore in funzione dell'indice di plasticità IP, (vedasi figura seguente), assunto pari a 5;  
 $N$  = valori di  $N_{SPT}$ .

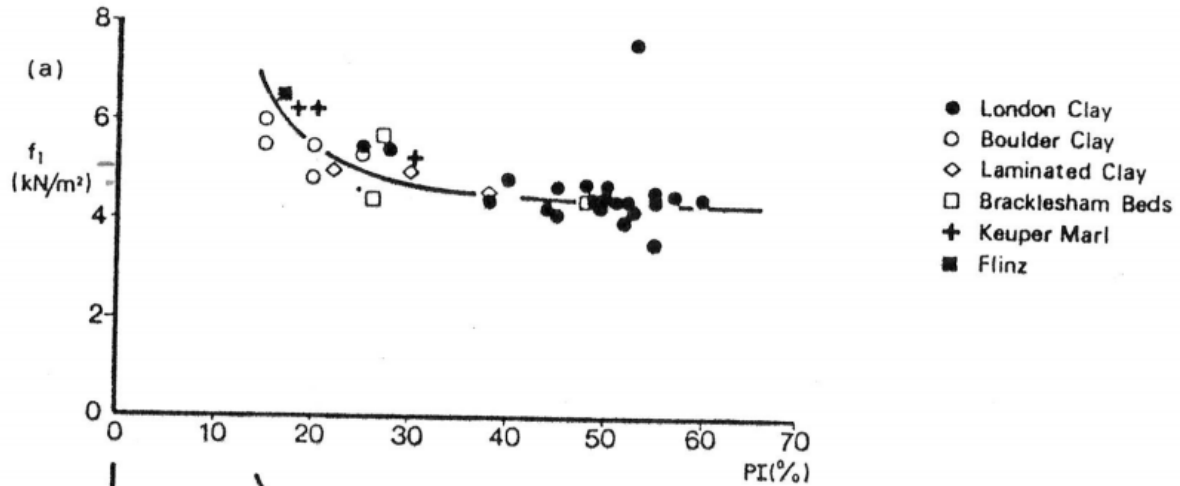


Figura 22 – Fattore  $f_1$  in funzione di IP

Sulla base di quanto riportato in Simpson et al. (1979) il modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) può essere stimato anche sulla base della seguente equazione:

$$G_0 = (500 \div 700) \cdot c_u \text{ (kPa)}$$

essendo:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata.

I moduli di deformabilità "operativi" ( $E'$ ) da adottare per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale ( $E_0$ ).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici "operativi" saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale.

Nella valutazione dei cedimenti immediati dei rilevati il modulo di deformazione in condizioni non drenate ( $E_v$ ) può essere stimato sulla base della correlazione empirica proposta da Duncan & Buchignani (1976)  $E_v = k \cdot c_u$ ; il coefficiente  $k$  è valutato con il grafico di figura seguente.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 74 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

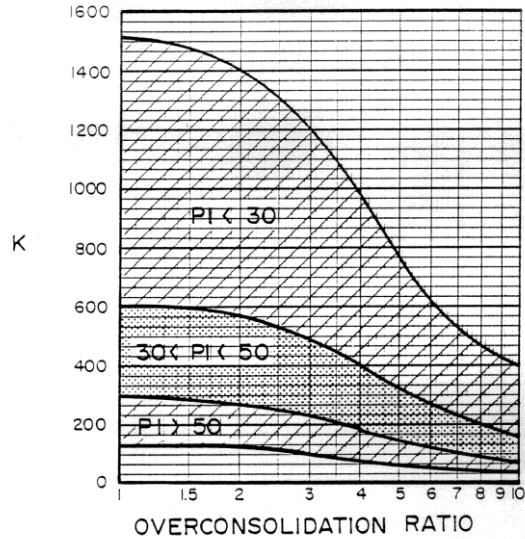


Figura 23 – Duncan & Buchigani

Caratteristiche di consolidazione

I valori del coefficiente di consolidazione primaria verticale sono stati determinati dalle prove edometriche di laboratorio e con correlazioni empiriche in funzione del limite liquido (LL), vedasi ad esempio:

$$c_v = 0.009 (LL - 0.1) \quad [\text{cm}^2/\text{s}] \text{ NAVFAC-DM 7.1. (1971)}$$

Il coefficiente di consolidazione secondaria, è stato stimato con la correlazione proposta nel NAVFAC-DM 7.1 (1982, vedasi figura seguente), in funzione del contenuto naturale di acqua ( $w_n$ ).

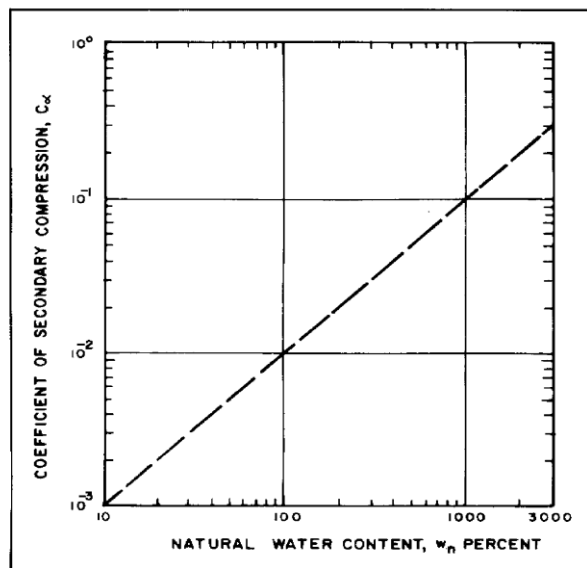
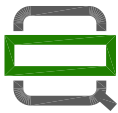


Figura 24 – Abaco di calcolo del coefficiente di consolidazione secondaria da  $w_n$  (NAVFAC, 1982)



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 75 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Nei paragrafi che seguono verranno riportati a confronto per le varie unità geotecniche tutti i risultati delle prove in sito e dell'interpretazione delle prove eseguite.

### 5.3 DEPOSITI ELUVIO COLLUVIALI LIMOSO ARGILLOSI – UNITÀ ECL<sub>A</sub>

Si tratta prevalentemente di depositi coesivi limoso argillosi (unità Ecla), intercettati lungo il tracciato a partire dal p.c. con spessore variabile fino ad un massimo di 10 m circa. Solo localmente sono stati intercettati strati/lenti di sabbia limosa con clasti derivanti dalla disgregazione del substrato roccioso (unità Ecls), intercalati alla prevalente unità coesiva Ecla.

Alcune coperture detritiche eluvio-colluviali, hanno evidenziato movimenti gravitativi in atto e/o quiescenti; questo materiale di accumulo di frana è stato identificato nel profilo stratigrafico con la sigla (**unità a**) in accordo a quanto riportato anche negli elaborati geologici. Le zone dove sono state individuate potenziali frane sono monitorate attraverso strumentazione inclinometrica installata nella campagna geognostica del 2006 e del 2017. Per la caratterizzazione di tale unità si rimanda al successivo paragrafo.

In corrispondenza dell'unità Ecla sono disponibili prove SPT che hanno dato valori compresi fra 2 e 45 colpi/30 cm (Figura 25).

Nell'unità geotecnica Ecla sono stati prelevati sia campioni rimaneggiati sia campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale dell'unità Ecla è compreso mediamente fra 18.5 e 20.5 kN/m<sup>3</sup> con valore medio di 19 kN/m<sup>3</sup> (Figura 26).

Dalle analisi granulometriche dell'unità Ecla si ha (Figura 27).

- percentuale di ghiaia trascurabile, generalmente compresa fra 0 e 14% (media 2%);
- percentuale di sabbia marcatamente variabile, compresa fra 1 e 39% (media 25%);
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 47 e 99% (media 73%), con percentuale di limo compresa fra 22 e 40% (media 39%) e percentuale di argilla compresa fra 13 e 47% (media 35%).

Relativamente all'unità sabbiosa Ecls ci sono pochi campioni di laboratorio da cui si osserva percentuale di sabbia di 55-57% e di fine 43-45%.

Il contenuto naturale d'acqua dell'unità Ecla è generalmente compreso fra 15 e 30% (media 22%) (Figura 28).

Per l'unità Ecla, il limite liquido è compreso fra 36 e 60% (media 44%), il limite plastico tra 15 e 39% (media 22%) (Figura 28), l'indice plastico fra 10 e 50% (media 22%). Nella Figura 29 è mostrata la carta di plasticità di Casagrande: il materiale si colloca generalmente nella zona delle argille inorganiche a media plasticità.

#### Parametri di resistenza:

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati si sono ottenuti i seguenti intervalli di valori dei parametri di resistenza (Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33):

$c' = 0 \div 60$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 17 \div 29$ °	angolo di resistenza al taglio di picco
$\phi' r = 13 \div 25$ °	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_u = 50 \div 220$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate

Nella Figura 33 sono state anche inseriti i valori di resistenza al taglio non drenata desunti dalle Pocket Penetrometer e dall'interpretazione delle prove SPT, da cui si osservano valori generalmente confrontabili con quelli ottenuti in laboratorio.



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 77 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

In Figura 34 sono inseriti i risultati di tutte le prove di laboratorio (valori di picco e residui) ed i valori di range di progetto di picco e residui:

$$\begin{aligned} \phi' &= 23 \div 28^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio di picco} \\ c' &= 5 \div 15 \text{ kPa} && \text{coesione drenata di picco} \end{aligned}$$

e in condizioni residue:

$$\begin{aligned} \phi_r' &= 14 \div 21^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio residuo} \\ c_r' &= 0 \text{ kPa} && \text{coesione drenata residua.} \end{aligned}$$

Per l'unità Ecls, prevalentemente sabbiosa, possono essere attribuiti valori maggiori ottenuti dalle prove di laboratorio (vedasi Figura 34):

$$\begin{aligned} \phi' &= 30 \div 34^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio} \\ c' &= 0 \text{ kPa} && \text{coesione drenata} \end{aligned}$$

Parametri di deformabilità:

Dalla singola prova Down-Hole eseguita nell'unità in esame (DH SN2120 per profondità inferiore ai 10 m da p.c.) e dalle correlazioni delle prove SPT si stimano i seguenti valori di modulo di deformazione (Figura 35):

unità Ecla:

$$\begin{aligned} G_o &= 20 \div 160 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione a taglio iniziale} \\ E_o &= 60 \div 400 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione elastico iniziale} \end{aligned}$$

unità Ecls:

$$\begin{aligned} G_o &= 100 \div 160 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione a taglio iniziale} \\ E_o &= 250 \div 400 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione elastico iniziale} \end{aligned}$$

## 5.4 ACCUMOLI DI FRANA – UNITÀ A

Alcune coperture detritiche eluvio-colluviali, hanno evidenziato movimenti gravitativi in atto e/o quiescenti; questo materiale di accumulo di frana è stato identificato nel profilo stratigrafico con la sigla (unità a).

Nei sondaggi eseguiti in questa unità geotecnica, sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati su cui sono state eseguite prove di laboratorio. Si tratta comunque di un materiale di accumulo derivante dalle coltri eluvio colluviali, quindi le caratteristiche fisiche sono simili all'unità Ecla e sono stati distinti dall'unità Ecla solo per meglio caratterizzare i parametri di resistenza.

Il peso di volume naturale è compreso tra 17.9 e 19.9, con valore medio di circa 19.0 kN/m<sup>3</sup> (Figura 26).

Dall'analisi granulometrica si ha (vedasi Figura 37).

- percentuale di ghiaia pari a 1%;
- percentuale di sabbia pari a 10%;
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 76 e 98% (media 87%), di cui limo valore medio 32% e argilla 55%.

Il limite liquido è mediamente 42%, il limite plastico 25% (Figura 36), l'indice plastico 17%, il contenuto

d'acqua naturale è 20%. In Figura 38 è mostrata la carta di plasticità di Casagrande: il materiale si colloca nella zona delle argille inorganiche a media plasticità.

Parametri di resistenza:

Dalle prove di taglio diretto eseguite sull'unità in esame si ottengono i seguenti intervalli di valori (vedasi Figura 39):

$c' = 4 \div 18$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 20 \div 32$ °	angolo di resistenza al taglio di picco
$\phi' r = 13 \div 18$ °	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_u = 20 \div 120$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate

Nella Figura 41 sono state anche inseriti i valori di resistenza al taglio non drenata desunti dalle Pocket Penetrometer e dall'interpretazione delle prove SPT, da cui si osservano valori generalmente confrontabili con quelli ottenuti in laboratorio.

In Figura 40 sono inseriti i risultati di tutte le prove di laboratorio (valori di picco e residui) ed i valori di range di progetto di picco e residui:

$\phi' = 22 \div 28$ °	angolo di resistenza al taglio di picco
$c' = 5 \div 15$ kPa	coesione drenata di picco

e in condizioni residue:

$\phi'_r = 14 \div 18$ °	angolo di resistenza al taglio residuo
$c'_r = 0$ kPa	coesione drenata residua.

Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame si stima un modulo elastico di deformazione iniziale compresi fra 60 e 300 MPa.

## 5.5 DEPOSITI ALLUVIONALI LIMOSO ARGILLOSI – UNITÀ A<sub>LA</sub>

Si tratta di depositi alluvionali a componente limo argillosa.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori generalmente compresi fra 9 e 30 colpi/30 cm (Figura 42) con sporadici valori maggiori di 50.

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati sia campioni rimaneggiati sia campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso fra 18.6 e 20.4 kN/m<sup>3</sup> (media 19) (Figura 43).

Dalle analisi granulometriche si ha (Figura 44).

- percentuale di ghiaia generalmente bassa compresa fra 0 e 20% (media 3%);
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 7 e 34% (media 20%);
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 62 e 93% (media 75%), con percentuale di limo compresa fra 32 e 55% (media 40%), percentuale di argilla compresa fra 17 e 48% (media 34%).

Il contenuto naturale d'acqua è compreso fra 18 e 32% (media 23%) (Figura 46).

Il limite liquido è compreso fra 34 e 57% (media 44%), il limite plastico tra 15 e 28% (media 20%),

L'indice plastico fra 10 e 35% (media 24%) (Figura 46). Nella Carta di Plasticità di Casagrande (Figura 47) il materiale si colloca nella zona delle argille a medio-alta plasticità. L'indice di consistenza medio è 0.8.

#### Parametri di resistenza:

Sono disponibili pochi dati di laboratorio per i parametri di resistenza dell'unità Ala. Quindi si assumono i seguenti parametri cautelativi (Figura 48, Figura 49, Figura 50 e Figura 51):

$$\begin{aligned}c' &= 0 \div 5 \text{ kPa} && \text{coesione drenata} \\ \phi' &= 24 \div 26^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio} \\ c_u &= 50-100 \text{ kPa} && \text{resistenza al taglio in condizioni non drenate}\end{aligned}$$

Nella Figura 51 sono inseriti anche i valori di resistenza al taglio non drenata derivanti dalle prove di Pocket Penetrometer e dall'interpretazione delle prove SPT; da cui si osservano valori sostanzialmente in accordo con i dati di laboratorio.

#### Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame non si hanno a disposizione indagini sismiche, quindi le caratteristiche di deformazione sono state stimate dalle correlazioni in base alle prove SPT. Da cui si stimano valori del modulo di deformazione (Figura 55):

$$\begin{aligned}G_o &= 30 \div 100 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione a taglio iniziale} \\ E_o &= 70 \div 250 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione elastico iniziale}\end{aligned}$$

## **5.6 DEPOSITI ALLUVIONALI GHIAIOSO SABBIOSI (UNITÀ A<sub>G</sub>) E SABBIOSI (UNITÀ A<sub>S</sub>)**

Prevalentemente i depositi alluvionali incoerenti sono costituiti da ghiaie eterometriche ed eterogenee in matrice sabbiosa (unità A<sub>G</sub>), in subordine da sabbie (unità A<sub>S</sub>).

In corrispondenza dell'unità A<sub>G</sub> sono disponibili prove SPT che hanno dato valori compresi fra 15 colpi/30 cm e rifiuto (Figura 56).

La densità relativa stimata dalle prove SPT è generalmente compresa fra 55 e 90% (Figura 57).

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Dall'analisi granulometrica sull'unità A<sub>G</sub> si ha (Figura 58).

- percentuale di ghiaia generalmente compresa fra 22 e 70% (media 50%);
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 12 e 38% (media 26%);
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 12 e 40% (media 24%), con percentuale di limo compresa fra 9 e 25% (media 14%) e percentuale di argilla compresa fra 0 e 20% (media 10%).

#### Parametri di resistenza:

Dall'interpretazione dei risultati delle prove SPT si stimano valori dell'angolo di resistenza al taglio compresi nel range (Figura 59):

$$\phi' = 36 \div 42^\circ \text{ per unità A}_G$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 80 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

$$\varphi' = 33 \div 34^\circ \text{ per unità As}$$

Associati a coesione nulla ( $c' = 0$  kPa).

Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame non si hanno a disposizione indagini sismiche, quindi le caratteristiche di deformazione sono state stimate dalle correlazioni in base alle prove SPT. Da cui si stimano i seguenti valori di deformazione (Figura 60, Figura 61, Figura 62) per l'unità Ag:

$V_s = 120 \div 350$ m/s	velocità delle onde di taglio
$G_o = 30 \div 250$ MPa	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 70 \div 650$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale

Per unità As:

$E_o = 150 \div 350$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
--------------------------	--

## 5.7 DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI ANTICHI – UNITÀ AATE

Si tratta di depositi alluvionali a componente limoso argillosa sabbiosa, che si presentano moderatamente consistenti. I sondaggi che hanno intercettato tale unità sono X3.5, X3.6, S31, X3.9, BH9.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori generalmente compresi fra 10 e 75 colpi/30 cm (Figura 42).

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati sia campioni rimaneggiati sia campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso tra 18.07 e 19.8 kN/m<sup>3</sup> (media 19) (Figura 43).

Dalle analisi granulometriche si ha:

- percentuale di ghiaia tra 0 e 30% (media 11%);
- percentuale di sabbia tra 20 e 50% (media 33%);
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 16 e 72% (media 56%), di cui limo valore medio 30% e argilla valore medio di 25%.

Dai limiti di consistenza si ha un valore medio del limite liquido di 42%, del limite plastico di 20%, dell'indice di plasticità di 23%. Il contenuto naturale d'acqua è di 16%. L'indice di consistenza medio è 1.2.

Parametri di resistenza:

Dalle prove di laboratorio (Figura 54) si possono assumere i seguenti valori dei parametri di resistenza:

$\phi' = 27 \div 36^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15$ kPa	coesione drenata
$c_u = 70 - 170$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate

In Figura 54 sono anche riportati i valori residui da cui si osserva per questo materiale un angolo di resistenza residuo di 26°.

In Figura 52 sono riportati anche i valori della resistenza al taglio non drenata ottenuta dalle prove di Pocket Penetrometer e dall'interpretazione delle prove SPT; da cui si osservano che tali valori sono in

buon accordo con i dati di laboratorio.

Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame non si hanno a disposizione indagini sismiche, quindi le caratteristiche di deformazione sono state stimate dalle correlazioni in base alle prove SPT. Da cui si stimano valori del modulo di deformazione iniziale (Figura 55).

$$G_o = 30 \div 260 \text{ MPa} \quad \text{modulo di deformazione a taglio iniziale}$$

$$E_o = 80 \div 600 \text{ MPa} \quad \text{modulo di deformazione elastico iniziale}$$

## 5.8 DEPOSITI DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO – UNITÀ S<sub>ALT</sub>

Si tratta di una fascia di spessore variabile costituita da argilla limosa, marnosa, generalmente da consistente a molto consistente che sovrasta il substrato a carattere da semilitoide a litoide e rappresenta la parte superiore alterata del substrato. Lo spessore dello strato mostrato nel profilo stratigrafico longitudinale segue il rinvenimento dei sondaggi stratigrafici e comunque, ove non vi sono indagini, mantiene sempre uno spessore di almeno 1-2 m circa.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori compresi fra 20 e 100 colpi/30 cm (Figura 63), ad indicare una consistenza variabile.

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati sia campioni rimaneggiati sia campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso mediamente fra 19.2 e 21.9 kN/m<sup>3</sup> (valore medio 20.5 kN/m<sup>3</sup>) (vedasi Figura 64).

Dalle analisi granulometriche si ha (Figura 65).

- percentuale di ghiaia generalmente compresa fra 0 e 3% (media 1%);
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 2 e 30% (media 14%);
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 70 e 95% (media 85%), con percentuale di limo compresa fra 31 e 52% (media 44%) e percentuale di argilla compresa fra 37 e 44% (media 41%).

Il contenuto naturale d'acqua è compreso fra 13 e 19% (Figura 66).

Il limite liquido è compreso fra 43 e 60% (media 50%), il limite plastico tra 19 e 30% (media 24%), l'indice plastico fra 22 e 35% (media 27%) (Figura 66). Nella carta di plasticità di Casagrande il materiale si colloca nella zona delle argille inorganiche di media-alta plasticità (Figura 67).

Parametri di resistenza:

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati si sono ottenuti i seguenti valori dei parametri di resistenza (Figura 68, Figura 69, Figura 70, Figura 71 e Figura 72):

$$c' = 0 \div 30 \text{ kPa} \quad \text{coesione drenata}$$

$$\phi' = 22 \div 35^\circ \quad \text{angolo di resistenza al taglio}$$

$$\phi_r' = 20 \div 24^\circ \quad \text{angolo di resistenza al taglio residuo}$$

$$c_u = 50 \div 300 \text{ kPa} \quad \text{resistenza al taglio in condizioni non drenate}$$

Nella Figura 71 sono inseriti anche i valori di resistenza al taglio non drenata desunti dalle prove di Pocket Penetrometer e dall'interpretazione delle prove SPT, che hanno fornito valori molto dispersi tra 75 e maggiori di 700 kPa nei livelli più consistenti.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 82 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

In Figura 72 sono riportati i valori delle prove di laboratorio (parametri di picco e residui) e le correlazioni di progetto per l'unità, quindi si assumono i seguenti valori di progetto:

$$\begin{aligned} \phi' &= 23 \div 30^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio} \\ c' &= 5 \div 15 \text{ kPa} && \text{coesione drenata} \\ c_u &= 50-300 \text{ kPa} && \text{resistenza al taglio in condizioni non drenate} \end{aligned}$$

Sono state inoltre eseguite prove di taglio in condizioni residue che hanno misurato angoli di resistenza al taglio simili a quelli ottenuti sui depositi eluvio colluviali:

$$\begin{aligned} \phi_r' &= 20-22^\circ && \text{angolo di resistenza al taglio residuo} \\ c_r' &= 0 \text{ kPa} && \text{coesione drenata residua} \end{aligned}$$

Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame le caratteristiche di deformazione sono state stimate dalla prova Down-Hole (SN2120 tra 9 e 13 m da p.c.) e dalle correlazioni in base alle prove SPT. Da cui si stimano i seguenti valori del modulo di deformazione iniziale (Figura 73).

$$\begin{aligned} G_o &= 80 \div 350 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione a taglio iniziale} \\ E_o &= 400 \div 900 \text{ MPa} && \text{modulo di deformazione elastico iniziale} \end{aligned}$$

## 5.9 FORMAZIONE DI CAMERINO - UNITÀ PA / UNITÀ AP

### 5.9.1 Generalità e caratteristiche fisiche

All'interno della formazione di Camerino si sviluppa la maggior parte del tracciato di progetto. Da una attenta analisi dei sondaggi è stato determinando lo spessore e la posizione degli strati arenacei e degli strati pelitico-marnosi, al fine di giungere ad una stima del rapporto arenaria/pelite secondo la classificazione AGI – 1979.

- **Unità Pa - Substrato Pelitico – Arenaceo con  $0,2 \leq A/P \leq 1$ :** rappresentata da litofacies pelitico-arenacee con un rapporto  $A/P < 1$ .
- **Unità Ap - Substrato Arenaceo – Pelitico  $A/P \geq 1$ :** formata essenzialmente da litofacies costituite da arenarie e marne siltose grigie con un rapporto  $A/P > 1$ .

Per la caratterizzazione geomeccanica dell'Unità Pel – Substrato pelitico, che è intercettata in minor misura e si hanno pochi dati a disposizione, si fa riferimento alla caratterizzazione geomeccanica eseguita per l'unità Pa - Substrato Pelitico – Arenaceo.

Lungo il tracciato dalle indagini eseguite, pare prevalere la facies arenaceo-pelitica (unità Ap). Tuttavia si sottolinea che la distinzione geologica di facies, sicuramente corretta in relazione alla diversa natura e genesi dei materiali (fasi deposizionali connotate da differente energia), è difficilmente percorribile dal punto di vista prettamente geotecnico anche per i seguenti motivi:

- le due componenti litologiche, Ap e Pa, sono fittamente intercalate e talvolta difficilmente distinguibili alla scala di progetto;
- dalle prove di laboratorio non si riscontra una sostanziale differenza della distribuzione granulometrica fra le due associazioni (Pa e Ap, Figura 75 e Figura 76); il contenuto di sabbia è generalmente inferiore al 50% che significa la presenza di una importante matrice fine (limo e argilla) che ne governa il comportamento meccanico;
- le prove meccaniche di resistenza condotte in laboratorio non evidenziano una sostanziale differenza di comportamento per le due facies (questo in particolare è stato osservato con maggiore evidenza nell'adiacente lotto 2 interessato dalla stessa formazione di Camerino in

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 83 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

quanto vi erano a disposizione molte più prove di resistenza sui campioni prelevati per entrambe le facies).

Si tratta di formazioni complesse che si pongono al confine fra le terre e fra le rocce. Per tale formazione è stato quindi seguito un doppio approccio sia in base alla meccanica delle terre (principalmente basato sulle prove di laboratorio), sia in base alla meccanica delle rocce mediante rilievi geomeccanici eseguiti sulle carote ed indici di classificazione dell'ammasso. Si afferma sin d'ora che quest'ultimo approccio è da considerarsi in sub-ordine, rispetto a quello principalmente basato sulle prove di laboratorio che è anche quello maggiormente idoneo, e nel seguito utilizzato, per la caratterizzazione geotecnica delle formazioni di sub-strato.

Per gli stessi motivi sopra riportati, la corretta definizione del modello geotecnico è ricondotto anche ai principi di meccanica delle terre. Quindi in base al quadro conoscitivo complessivamente disponibile la caratterizzazione geotecnica si basa, in ordine di importanza:

- prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, mediante un classico approccio di meccanica delle terre;
- prove pressiometriche in sito, con particolare riferimento ai parametri di deformabilità, che coinvolgendo un volume di materiale superiore forniscono valori maggiormente rappresentativi riferiti alla scala di progetto;
- mediante indici di classificazioni dell'ammasso, basati sull'esame visivo ed i rilievi geomeccanici eseguiti sulle carote.

Con riferimento a questo ultimo punto in Figura 89 è riportata la classificazione delle unità con gli indici RMR e quindi definizione GSI, con la caratterizzazione geomeccanica delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nel tracciato. In particolare per l'unità di Camerino si è osservato:

unità Pa:  $GSI = 24 \div 42$  con valore medio 35

Unità Ap:  $GSI = 26 \div 51$  con valore medio 40

Nel seguito sono riportati i risultati delle prove di laboratorio e prove in sito per le due distinte facies (unità Ap ed unità Pa) ed interpretati al fine di pervenire ai parametri di resistenza e deformabilità.

Per l'unità Pa, il peso di volume naturale è compreso generalmente fra 19.0 e 24.0 kN/m<sup>3</sup> (media 22.5 kN/m<sup>3</sup>) (Figura 74).

Dalle analisi granulometriche sull'unità Pa si ha (Figura 75).

- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 0 e 40% (media 12%);
- percentuale di fine (limo+argilla) 48 e 99% (media 87%), con percentuale di limo compresa fra 26 e 60% (media 45%) e percentuale di argilla compresa fra 40 e 67% (media 42%).

Per l'unità Ap, il peso di volume naturale è compreso generalmente fra 21.0 e 25.5 kN/m<sup>3</sup> (media 23.5 kN/m<sup>3</sup>) (Figura 74).

Dalle analisi granulometriche sull'unità Ap si ha (Figura 76).

- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 38 e 62%;
- percentuale di fine (limo+argilla) tra 40 e 60%, con percentuale di limo compresa fra 30 e 40% e percentuale di argilla compresa fra 20 e 30%.

### 5.9.2 Parametri di resistenza

Dalle analisi di laboratorio complessivamente disponibili si sono ottenuti i valori dei parametri di resistenza mostrati in Figura 77.

I dati di laboratorio disponibili sono pochi, ma d'altra parte è necessario tenere conto che nelle formazioni attraversate, la caratterizzazione meccanica può risultare sbilanciata dalla tipologia di campionamento, non sempre di buona qualità per la difficoltà di campionamento. Le porzioni litoidi compatte ed integre sono più facilmente campionabili, meno dati sono invece disponibili per i campioni delle porzioni più destrutturati, ovvero terrigeni, per le inevitabili difficoltà di campionamento, prima, e confezionamento dei provini poi. Inoltre per materiali strutturalmente complessi occorre considerare come la presenza e l'orientamento delle discontinuità/laminazioni può influenzare la resistenza misurata durante la prova. Pertanto le resistenze massime misurate in laboratorio sono rappresentative delle porzioni di materiale maggiormente intatto e/o con laminazioni orientate favorevolmente, mentre le resistenze minime sono rappresentative dei campioni confezionati con l'orientamento più sfavorevole delle discontinuità presenti.

Per l'unità Pa, la resistenza a compressione monoassiale è compresa fra 0.1 e 4 MPa con valore medio 1.5 MPa (vedasi Figura 79).

Per l'unità Ap, la resistenza a compressione monoassiale è compresa fra 1 e 30 MPa con valore medio 10 MPa (vedasi Figura 79).

In Figura 80, Figura 81, Figura 82 sono mostrati i risultati della caratterizzazione Hoek e Brown per le unità Ap e Pa eseguite considerando GSI e resistenza a compressione monoassiale media, parametro  $m_i = 7$  e coefficiente di disturbo  $D = 0.5$ .

La caratterizzazione geomeccanica è stata fatta con il programma RocLab con riferimento a diverse profondità (per le opere in progetto da 15 a 75 m) e con peso di volume medio (pari a 23.5 kN/m<sup>3</sup> per unità Ap e 22.5 kN/m<sup>3</sup> per unità Pa).

Per l'unità Pa i parametri di resistenza ottenuti con la caratterizzazione Hoek e Brown sono stati graficati con i risultati delle prove di laboratorio, vedasi Figura 78; da cui si evince che l'involuppo dei valori medi e massimi della caratterizzazione eseguita con metodologia Hoek e Brown ben interpola i dati di laboratorio. Per l'unità Ap non è stato possibile eseguire un grafico simile in quanto non si hanno dati di laboratorio disponibili.

Quindi per le unità sono stati distinti i seguenti parametri di resistenza in funzione della profondità di riferimento da p.c. (z).

#### Unità Ap – substrato arenaceo pelitico

$$\gamma = 23.5 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

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



#### Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo

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

peso di volume naturale

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

#### 5.9.3 Parametri di deformabilità

In Figura 84 sono riportati tutti i valori del modulo di deformazione elastico operativo  $E'_{\text{operativo}}$  ottenuti dalle varie prove disponibili (prove dilatometriche, pressiometriche e prove triassiali di laboratorio).

Il grafico include anche i moduli operativi determinati alla luce delle prove triassiali di laboratorio ( $E'_{50}$ ), opportunamente amplificati ( $\times 2.5$  volte) per considerare il minore livello deformativo atteso in esercizio durante lo scavo delle gallerie (0.1-1.0%), rispetto a quello mediamente testato in laboratorio al 50% della rottura (circa 2%). Infatti, considerando le tipiche curve di decadimento  $G/G_0=f(\epsilon_a)$  si valuta un rapporto tra il modulo elastico misurato ( $E'_{50}$ ) e quello operativo ( $E'_{\text{op}}$ ) compreso tra 2÷3 volte (vedasi Figura 83).

In progetto si assume la seguente correlazione in funzione della profondità (graficata anch'essa in Figura 84). Tale andamento, oltre i 40m di profondità, è un po' maggiore rispetto a quello di PD in relazione al fatto che nel PD era stato definito sui risultati delle prove del lotto 2 (in quanto quelle del lotto in esame non erano ancora disponibili), mentre in sede di PE l'andamento del modulo è stato tarato sulle prove del lotto in esame.

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

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

#### 5.9.4 Permeabilità

In corrispondenza dell'unità Pa sono disponibili prove di permeabilità Lefranc e Lugeon che hanno fornito valori compresi tra  $5.79 \text{ E-}09$  e  $1.07\text{E-}08$  m/s, mentre per l'unità Ap è disponibile solo una prova Lefranc che ha fornito un valore di permeabilità di  $1.10 \text{ E-}08$  m/s.

#### 5.10 FORMAZIONE DELLO SCHLIER - S<sub>CH</sub>

Si tratta di alternanze di marne argillose, siltose e con intercalazioni di calcare detritico e calcareniti. A livello di ammasso prevale la componente marnosa più o meno argillosa.

Il peso di volume naturale è compreso mediamente fra 19 e 24 kN/m<sup>3</sup> (media 22 kN/m<sup>3</sup>) (vedasi Figura 85).

Dalle analisi di laboratorio disponibili si sono ottenuti i valori dei parametri di resistenza mostrati in Figura 77:  $c' = 23\text{-}65$  kPa e  $\phi' = 23\text{-}26^\circ$

Sui campioni litoidi sono state eseguite prove di compressione monoassiale che hanno dato resistenza compresa fra 1 e 14 MPa con valore medio 8 MPa e decimo percentile 3 MPa:  $\sigma_c = 1\text{-}14$  MPa,  $\sigma_{c, \text{media}} = 8$  MPa,  $\sigma_{c, 10\%} = 3$  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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 86 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Dalle stratigrafie dei sondaggi è stato eseguito il rilievo geomeccanico ai fini della caratterizzazione dell'ammasso roccioso e quindi si è pervenuti ad un range di valori per il parametro GSI (Figura 89):  $GSI = 25 \div 38$  (valore medio 33).

In Figura 87, Figura 88 sono mostrati i risultati della caratterizzazione Hoek e Brown eseguite considerando GSI e resistenza a compressione monoassiale dei range precedentemente indicati, parametro  $m_i = 7$  e coefficiente di disturbo  $D = 0.5$ .

La caratterizzazione geomeccanica è stata fatta con il programma RocLab con riferimento a diverse profondità (per le opere in progetto da 20 a 50 m) e con peso di volume medio 22 kN/m<sup>3</sup>.

I parametri di resistenza ottenuti con la caratterizzazione Hoek e Brown sono stati graficati con i risultati delle prove di laboratorio, vedasi Figura 86; da cui si evince che i dati di laboratorio si attestano sul range di valori medi.

Quindi per le unità sono stati distinti i seguenti parametri di resistenza in funzione della profondità di riferimento da p.c. (z).

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

In Figura 84 sono riportati tutti i valori del modulo di deformazione elastico operativo  $E'_{operativo}$  ottenuti dalle varie prove disponibili (prove dilatometriche, pressimetriche e prove triassiali di laboratorio).

In progetto si assume la seguente correlazione in funzione della profondità (graficata anch'essa in Figura 84). Tale andamento, oltre i 40m di profondità, è un po' maggiore rispetto a quello di PD in relazione al fatto che nel PD era stato definito sui risultati delle prove del lotto 2 (in quanto quelle del lotto in esame non erano ancora disponibili), mentre in sede di PE l'andamento del modulo è stato tarato sulle prove del lotto in esame.

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

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

In corrispondenza dell'unità in esame sono disponibili prove di permeabilità Lefranc e Lugeon che hanno fornito valori compresi tra 3.00 E-10 e 1.44E-08 m/s.

#### 5.11 FORMAZIONE DEL BISCIARO - BI

Si tratta di marne e calcari marnosi ben stratificati alternati ad argille marnose. Intercettata solo localmente sulla SP256. Per la sua caratterizzazione si farà riferimento ai parametri geotecnici assegnati all'unità Schlier.

## 5.1.2 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le varie unità geotecniche.

### 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

### 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

$E_o = 70 \div 650$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

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

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

**Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso**

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

**Unità Ap – substrato arenaceo pelitico**

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

**Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo**

$\gamma = 22.5$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $E'_{op} = 20 + 5.75 \cdot z$  MPa per  $z < 40$ m      modulo di deformazione elastico operativo  
 $E'_{op} = 100 + 3.75 \cdot z$  MPa per  $z > 40$ m

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 89 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### 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

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 90 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

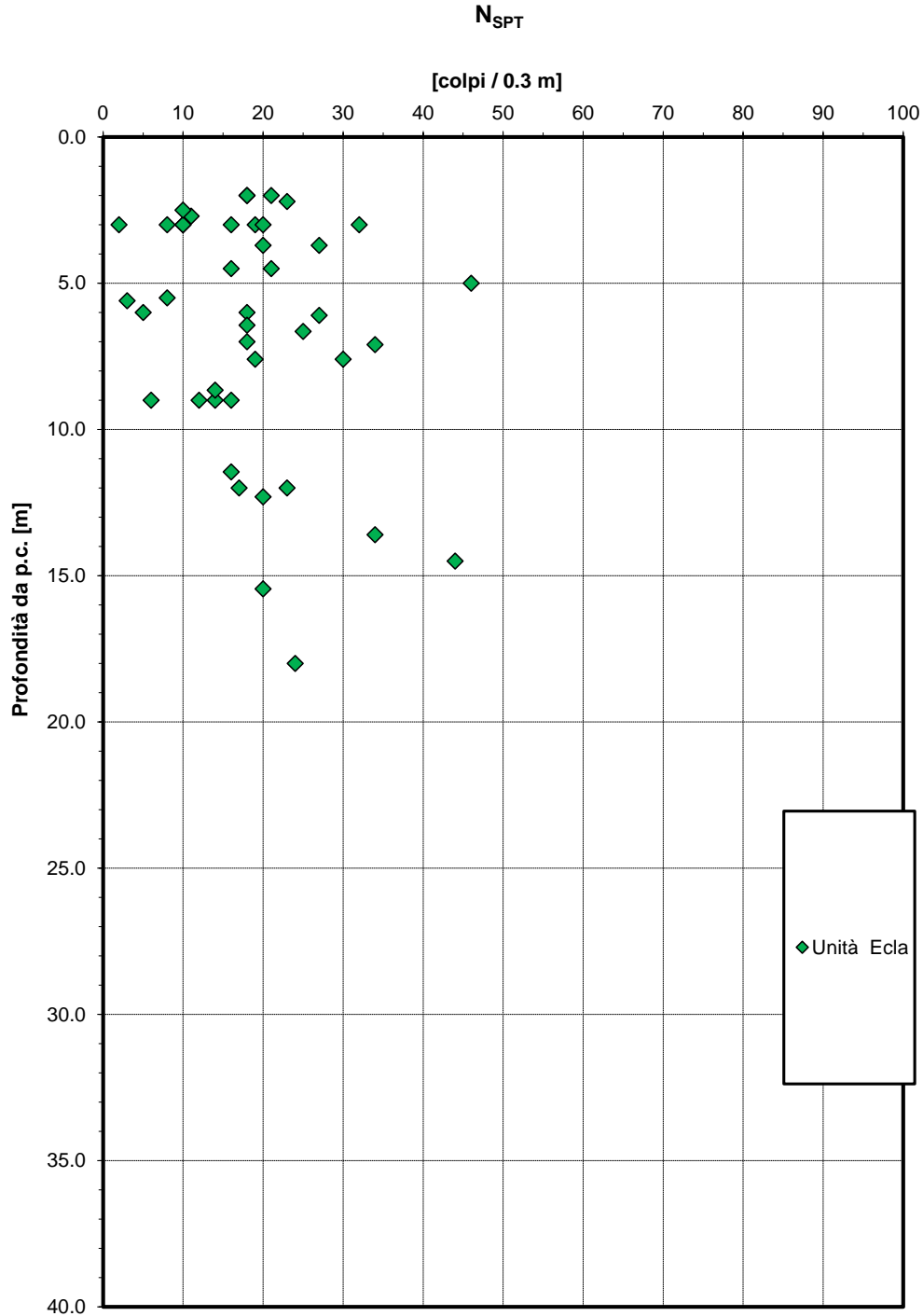


Figura 25 – Valori di N<sub>SPT</sub> – Unità Ecla

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 91 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Peso di volume**

$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]

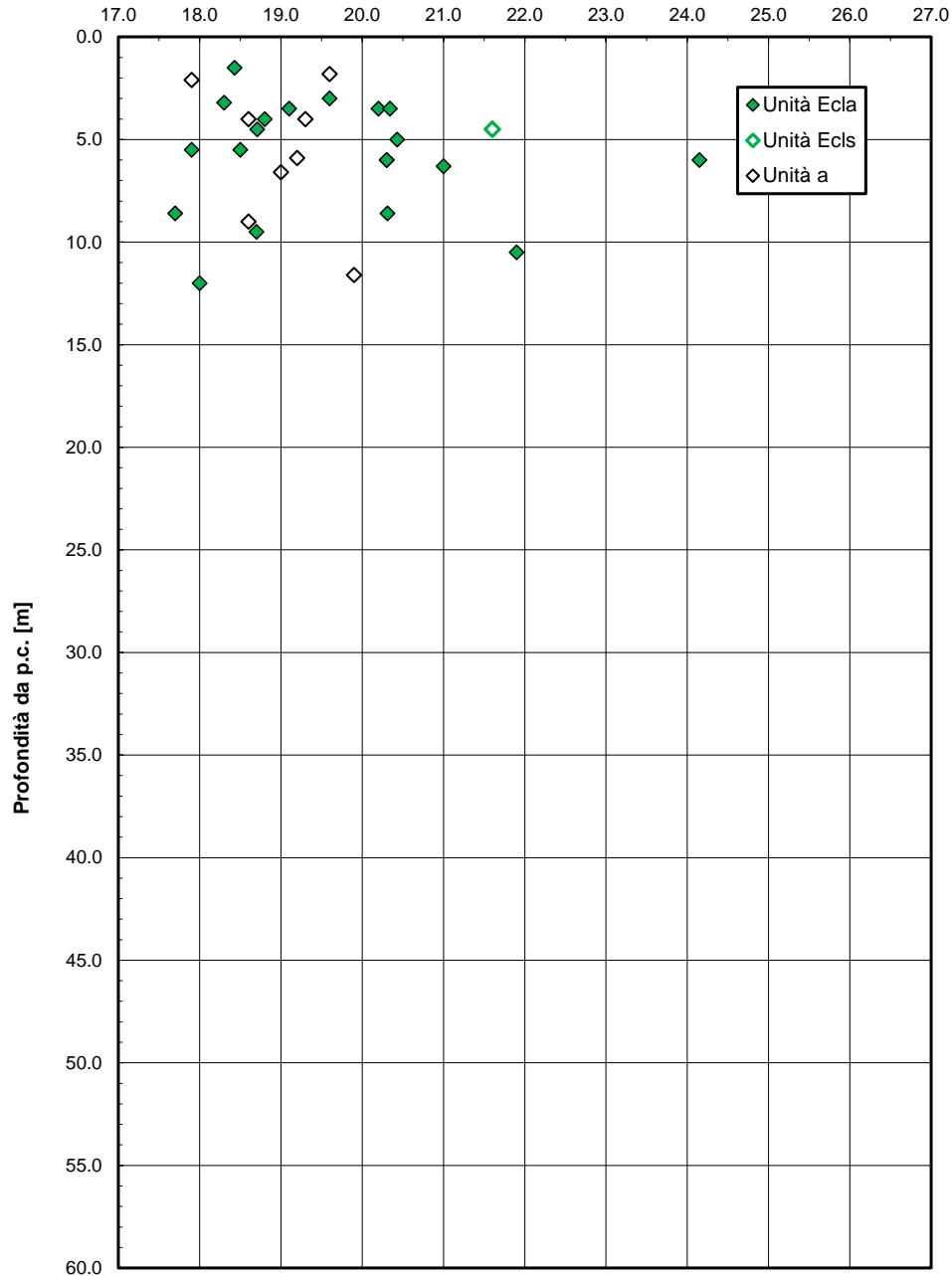


Figura 26 – Peso di volume naturale – Unità Ecla, unità Ecls, unità a

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 92 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Granulometria unità Ecla**

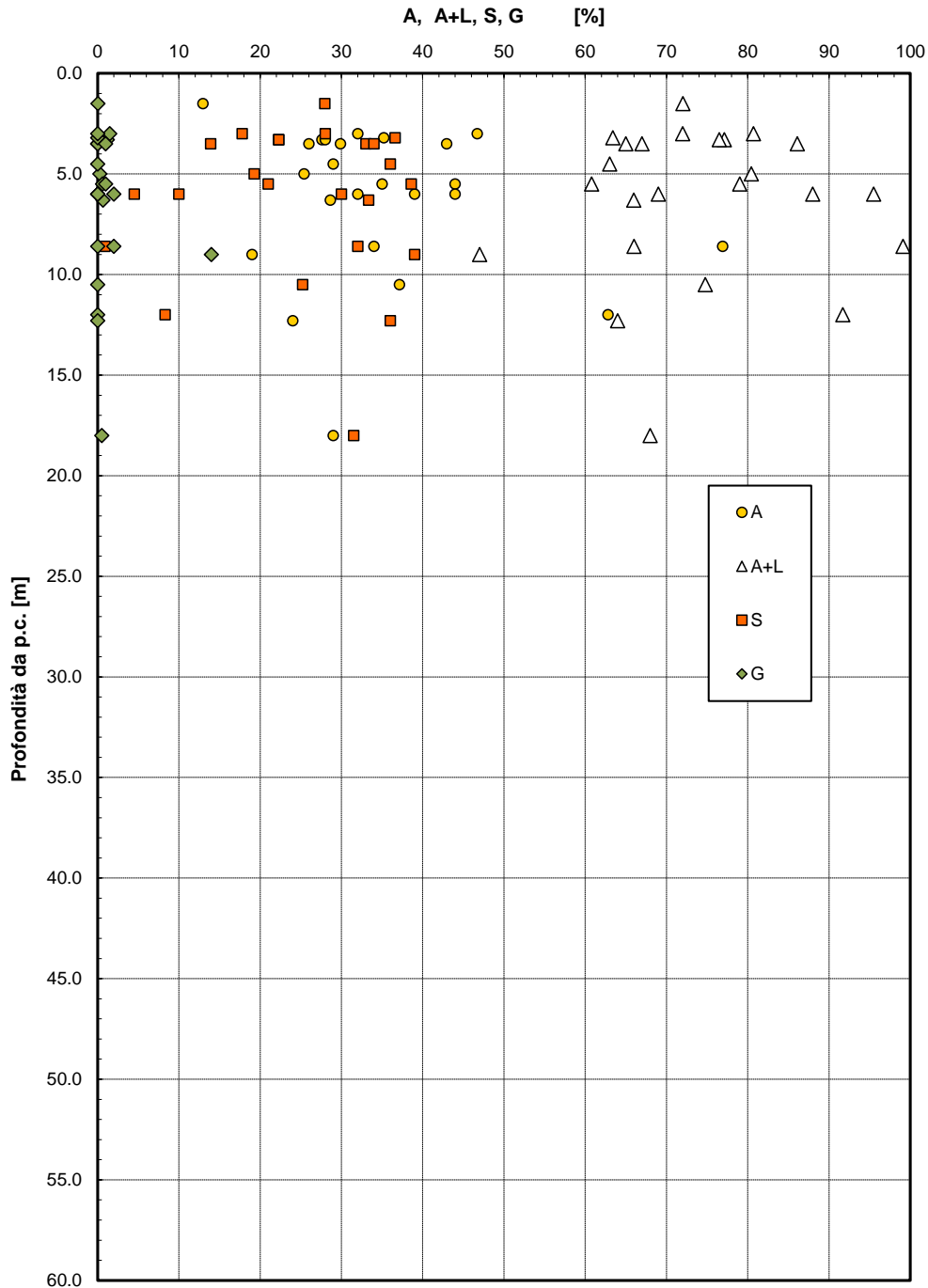


Figura 27 – Analisi granulometrica – Unità Ecla



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 93 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua**

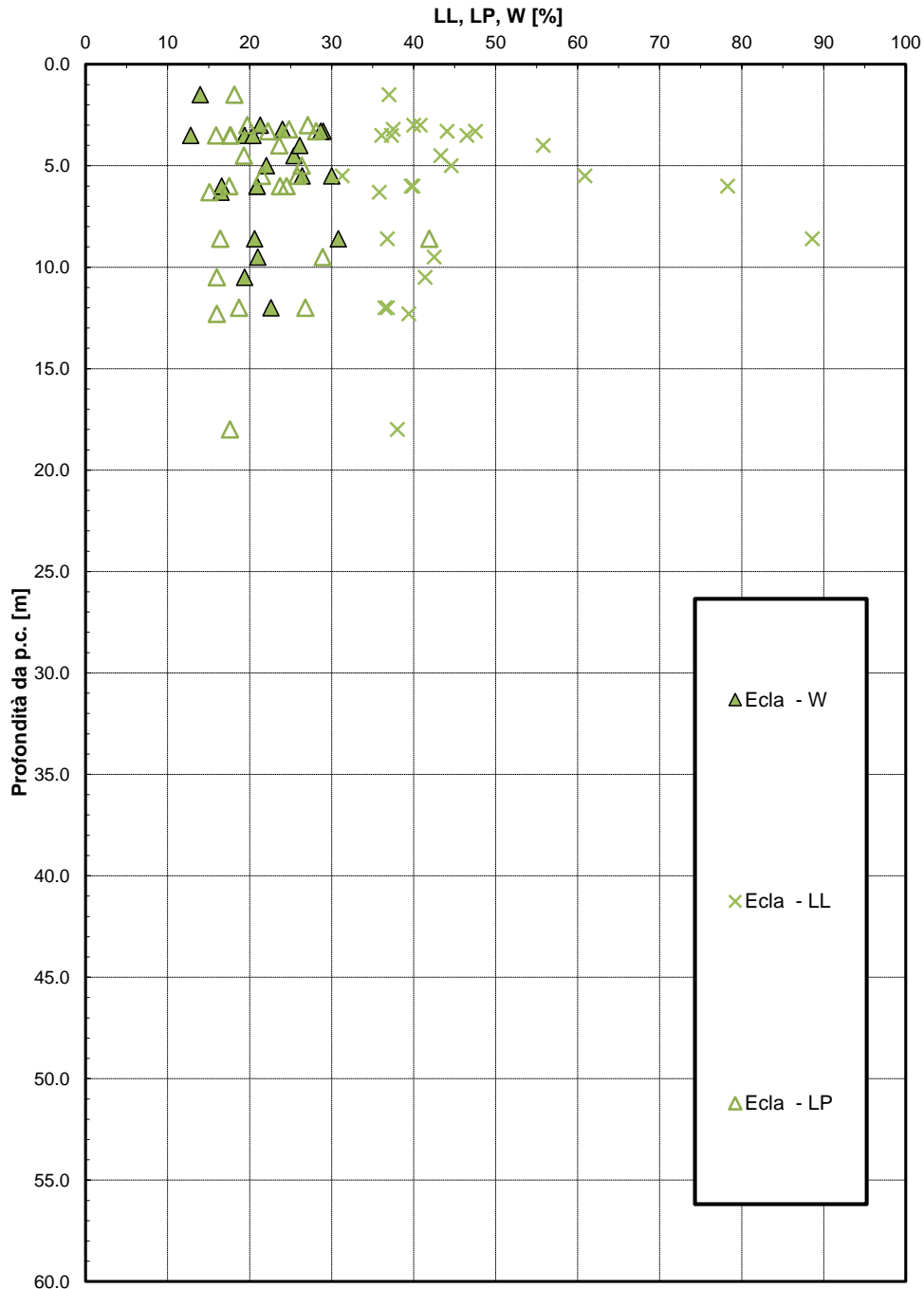


Figura 28 – Limiti di Atterberg – Unità Ecla

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

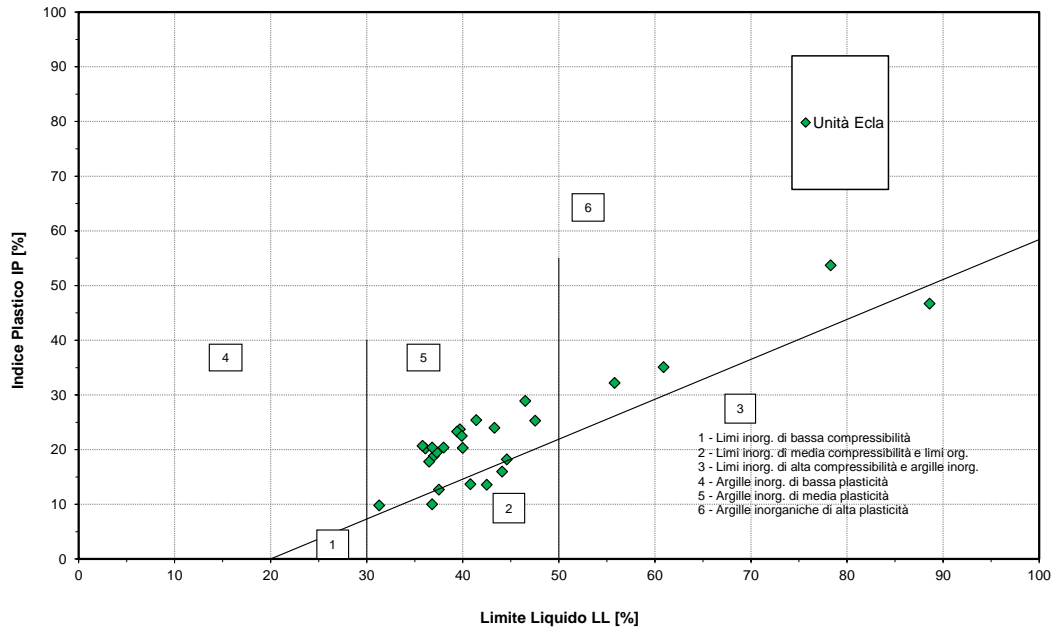
3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

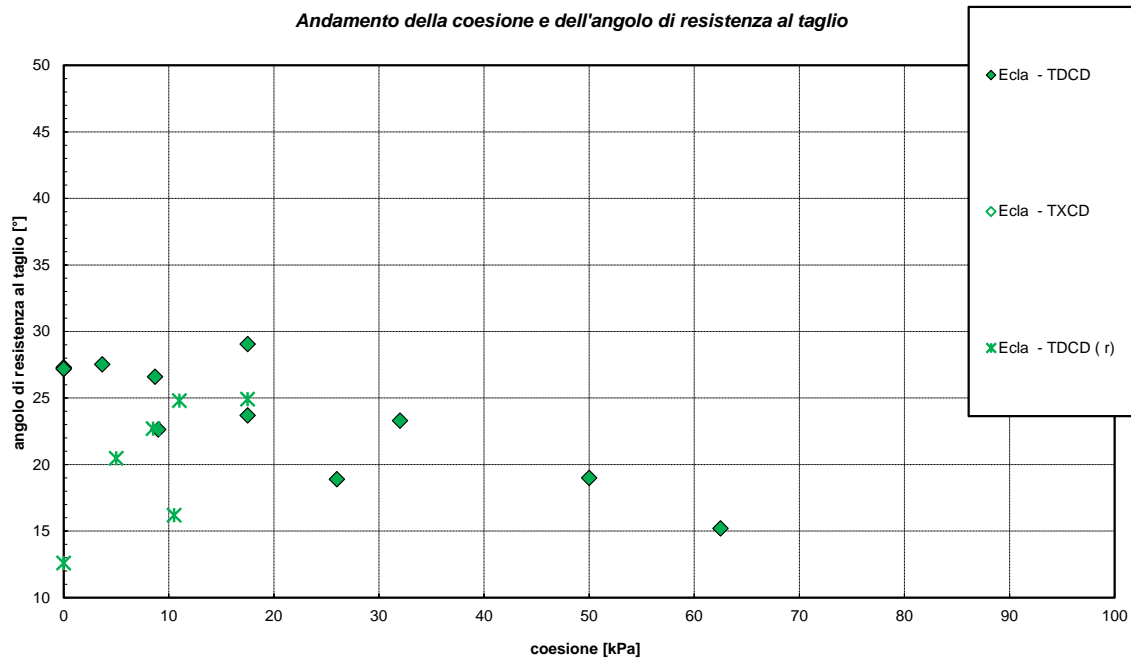
Opera LO703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 94 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Carta di Plasticità di Casagrande**



**Figura 29 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità Ecla**

**Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio**



**Figura 30 – Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata – Unità Ecla**

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 95 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Andamento della coesione con la profondità**

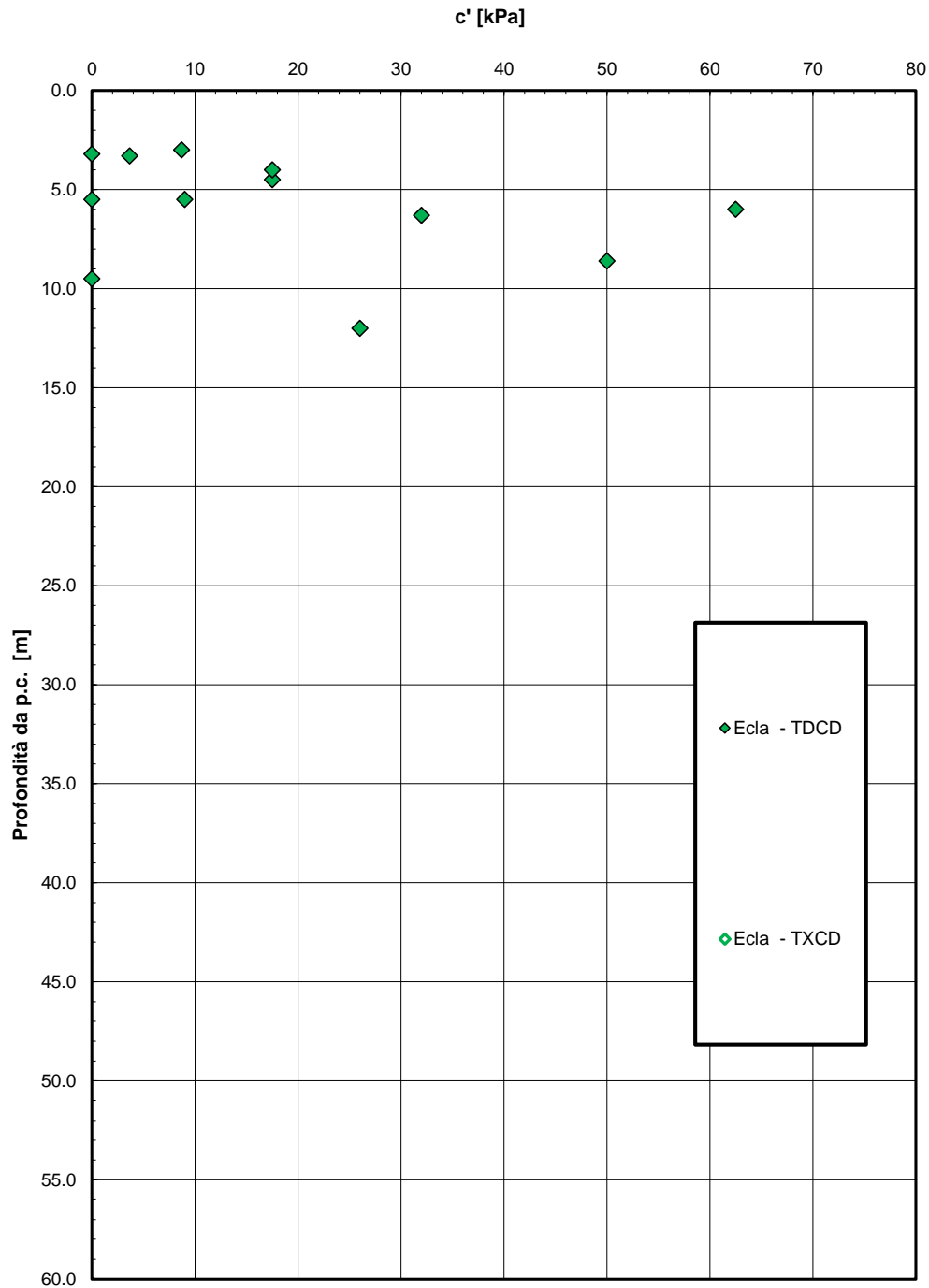


Figura 31 – Andamento della coesione con la profondità – Unità Ecla

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 96 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Andamento della resistenza al taglio con la profondità**

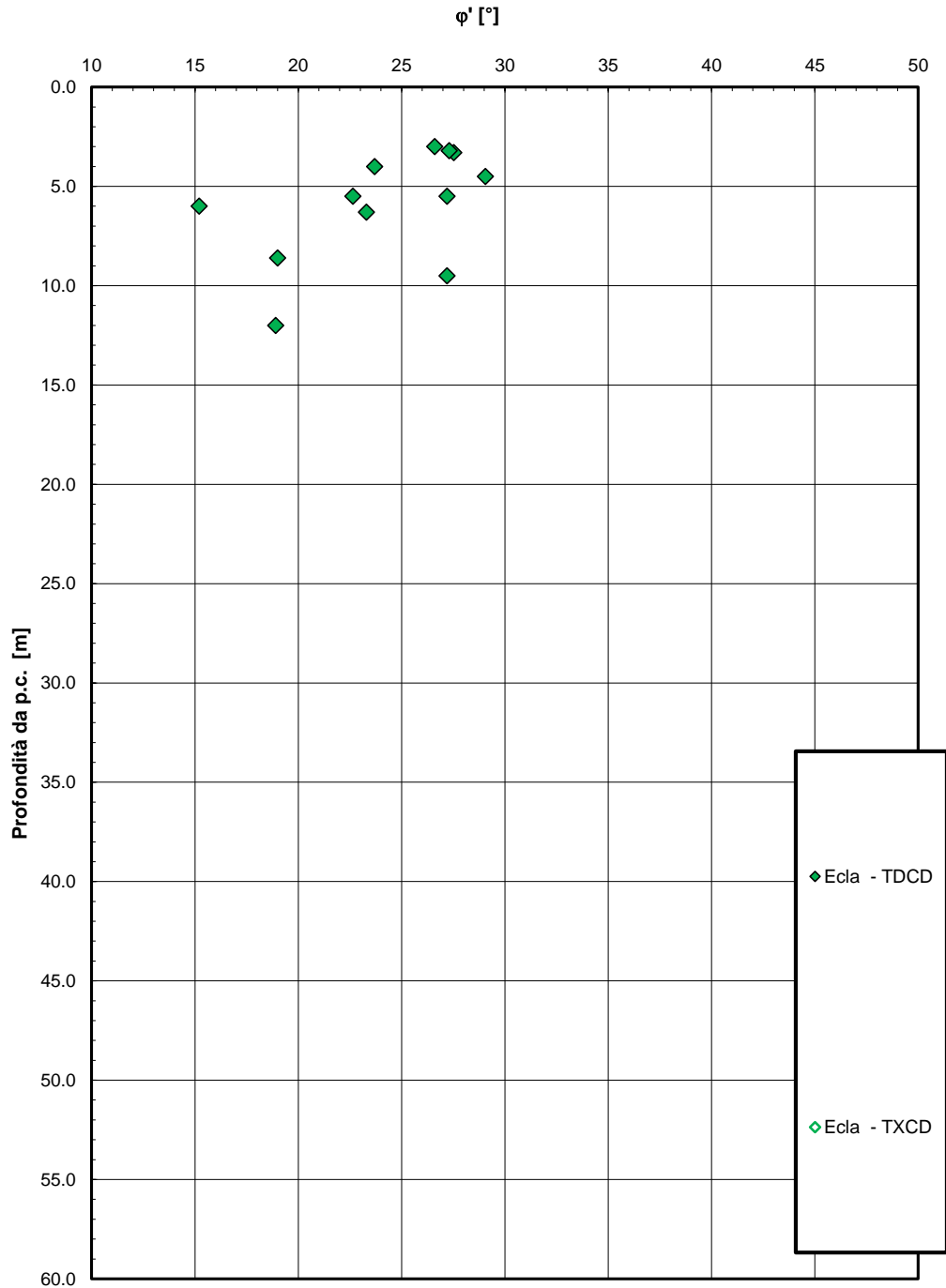


Figura 32 – Andamento della resistenza al taglio con la profondità – Unità Ecla

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 97 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

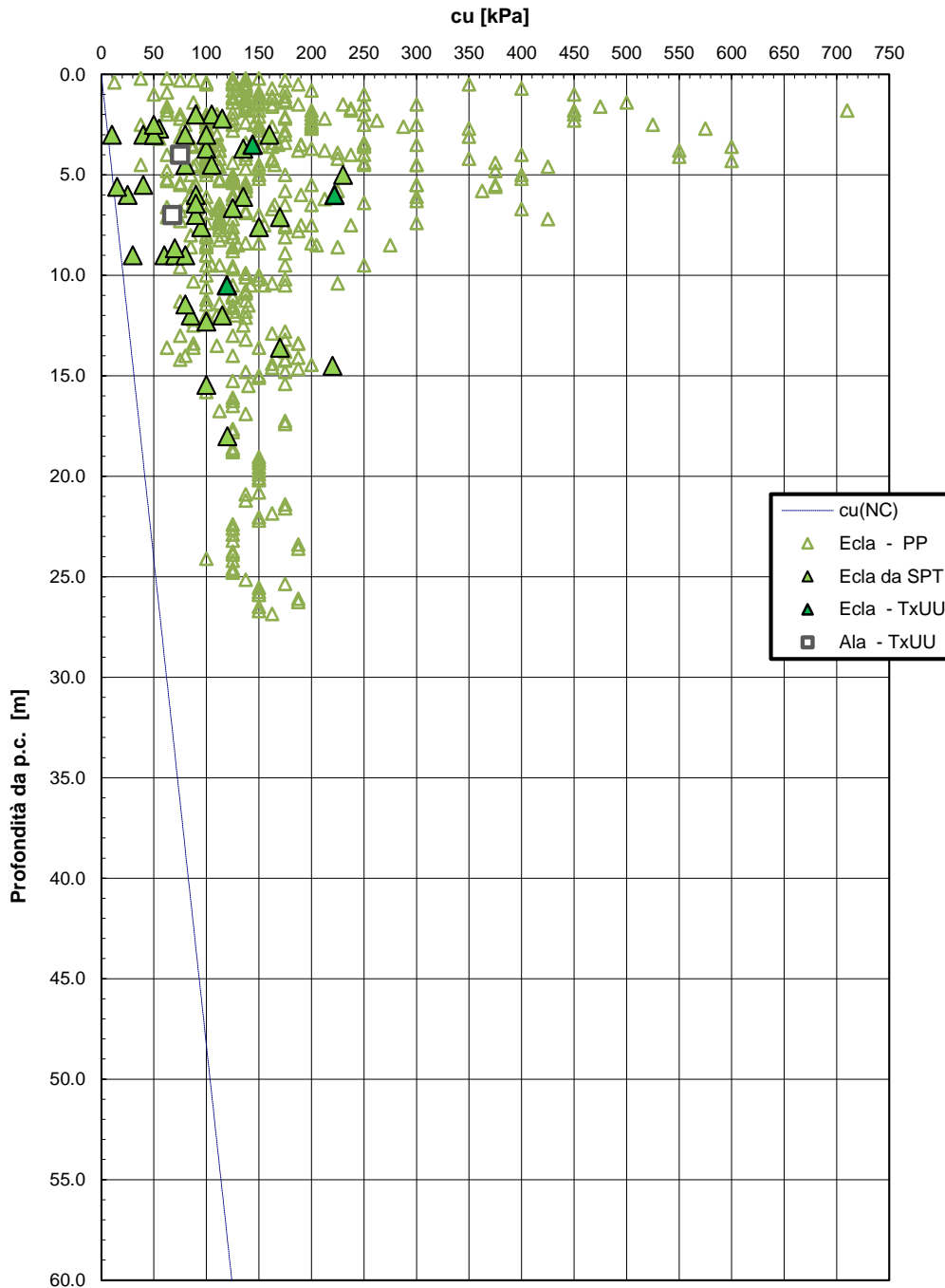


Figura 33 – Resistenza al taglio non drenata – Unità Ecla

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 98 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

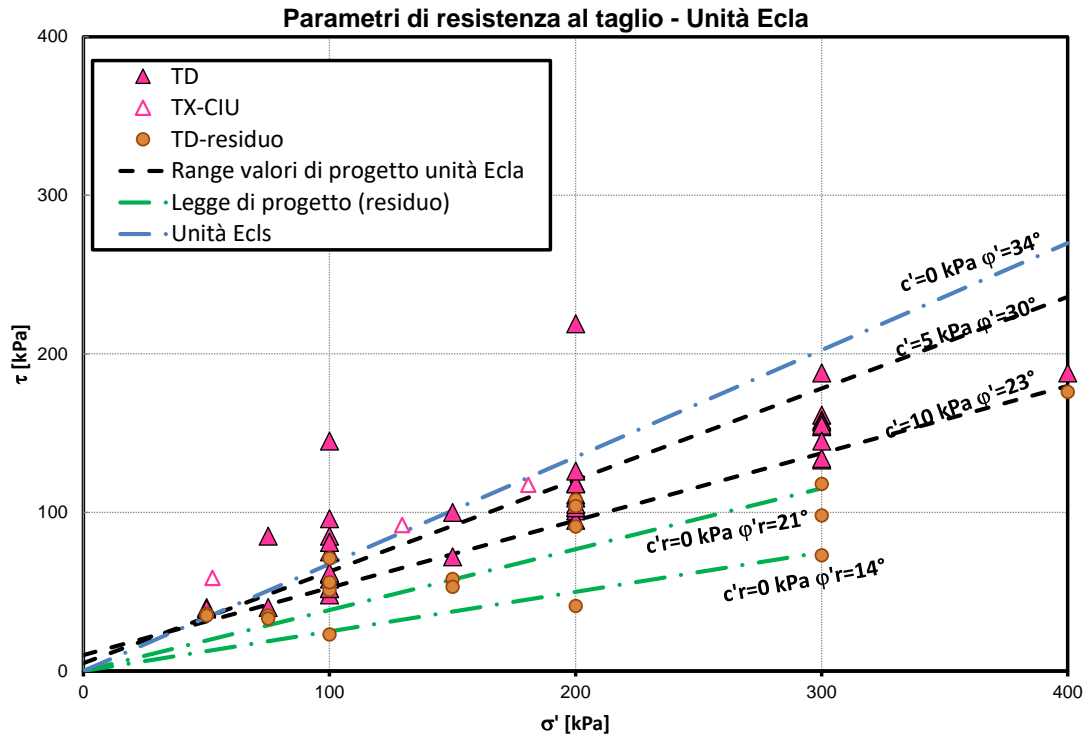


Figura 34 – Parametri di resistenza coltri eluvio colluviali– unità Ecla

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 99 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT**

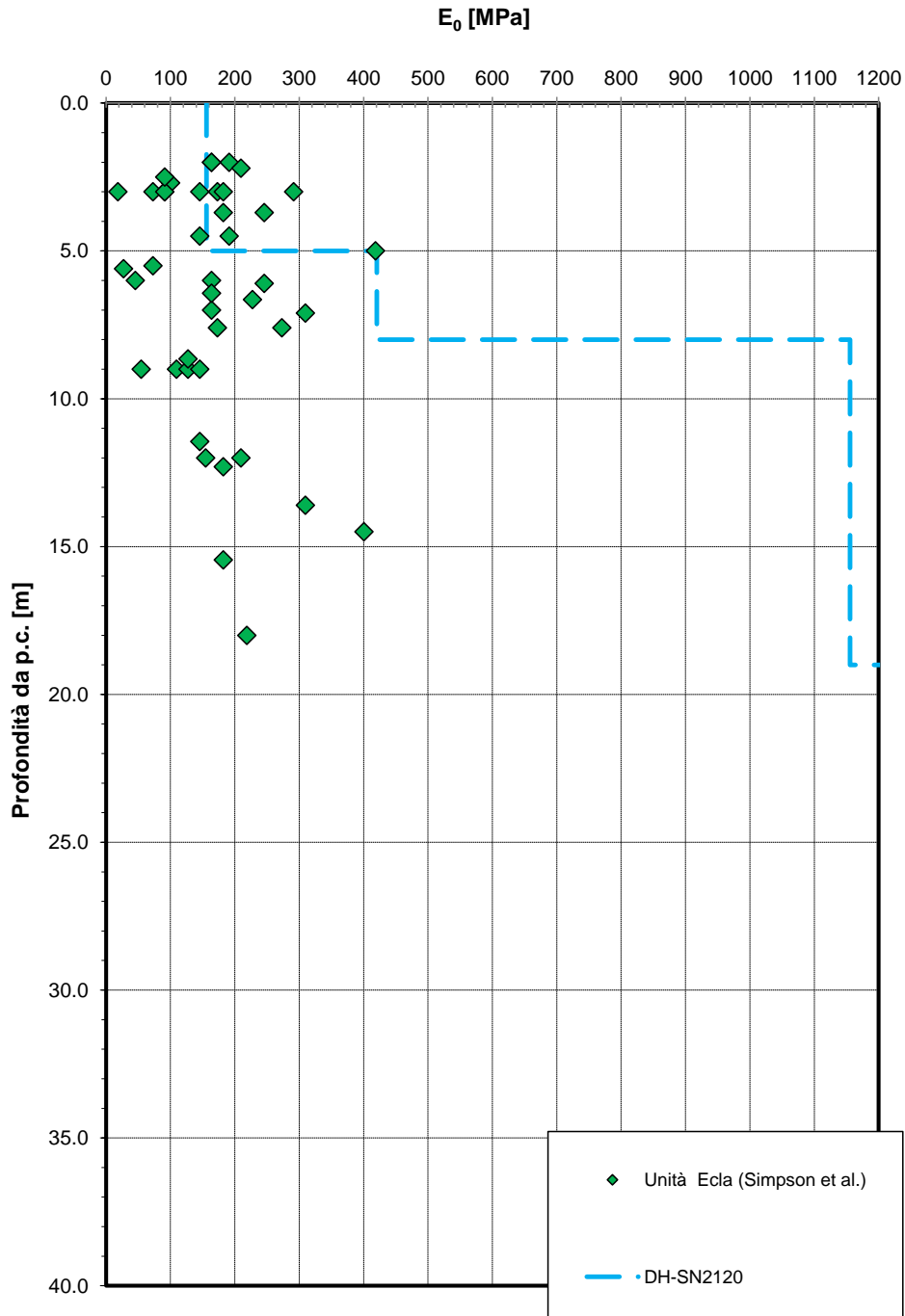


Figura 35 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità Ecla

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 100 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua

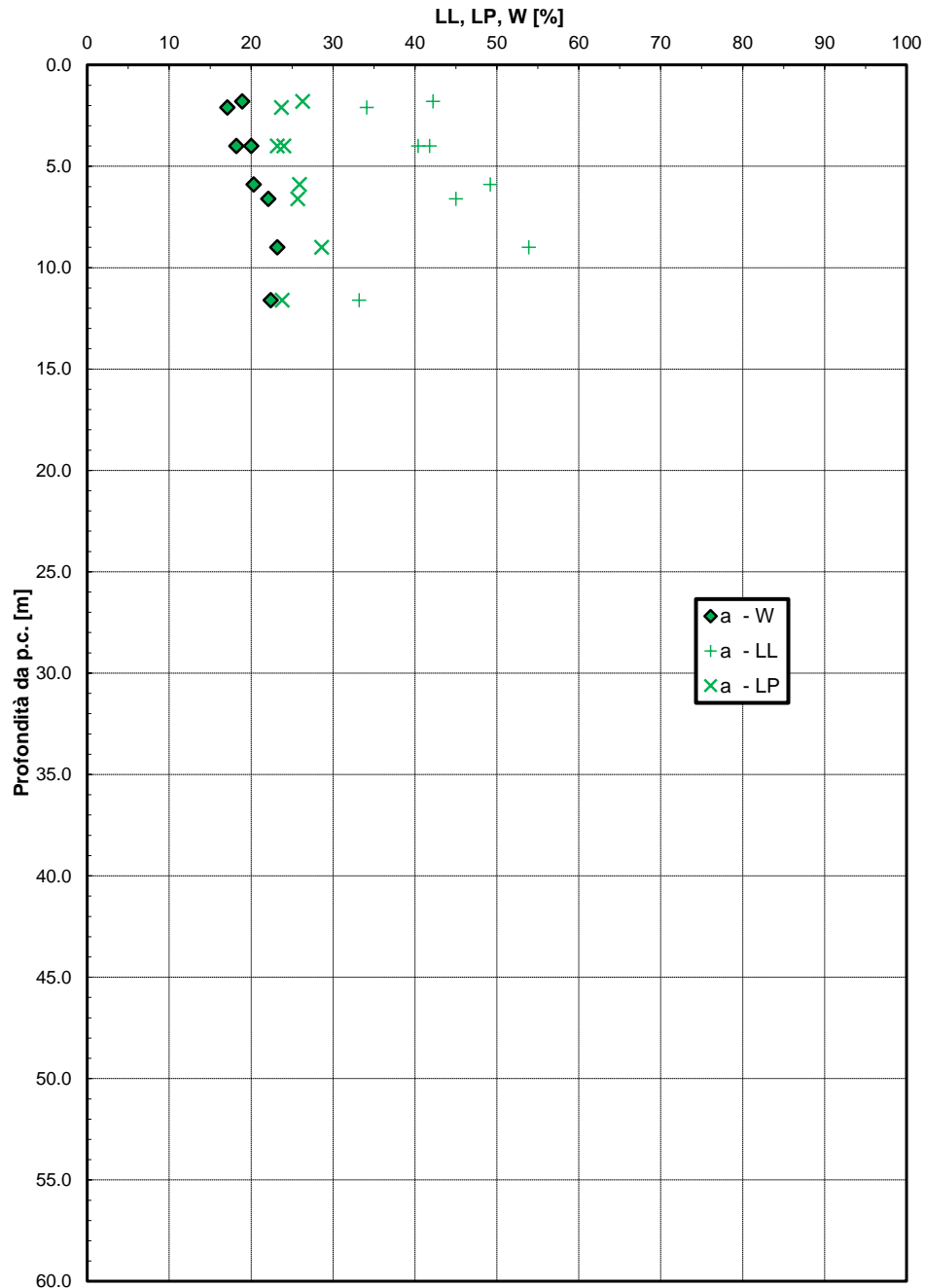


Figura 36 – Limiti di Atterberg – Unità a





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 102 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carta di Plasticità di Casagrande

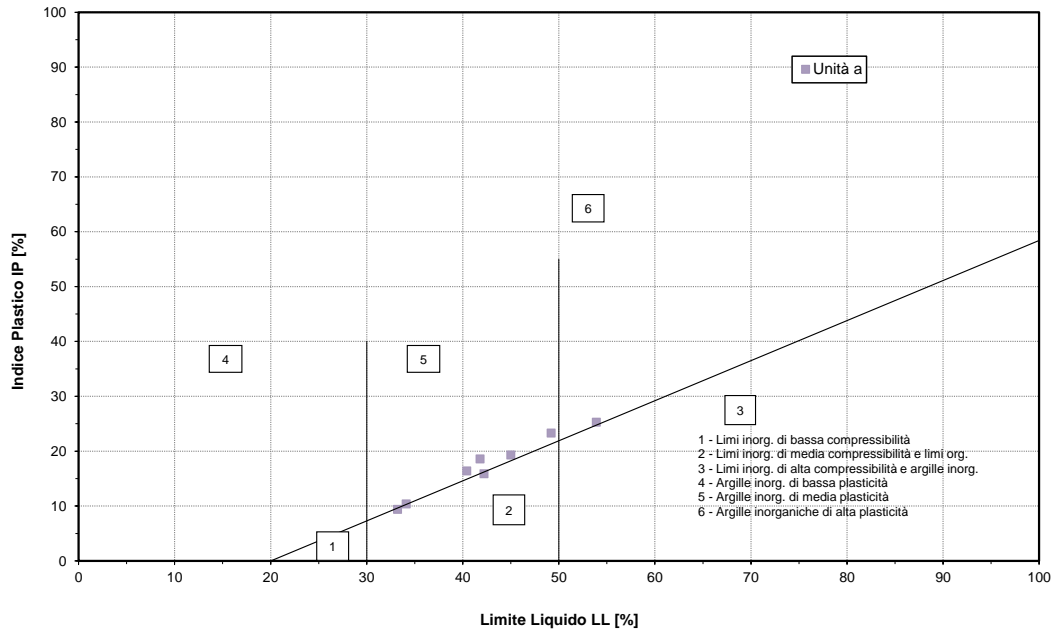


Figura 38 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità a

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

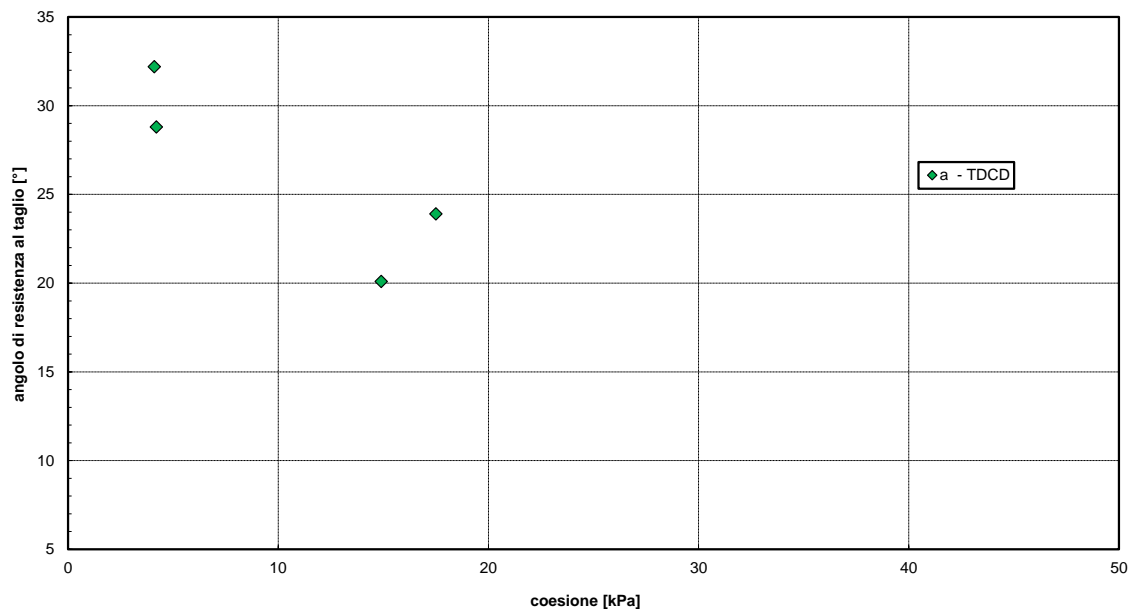


Figura 39 – Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata – Unità a

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 103 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

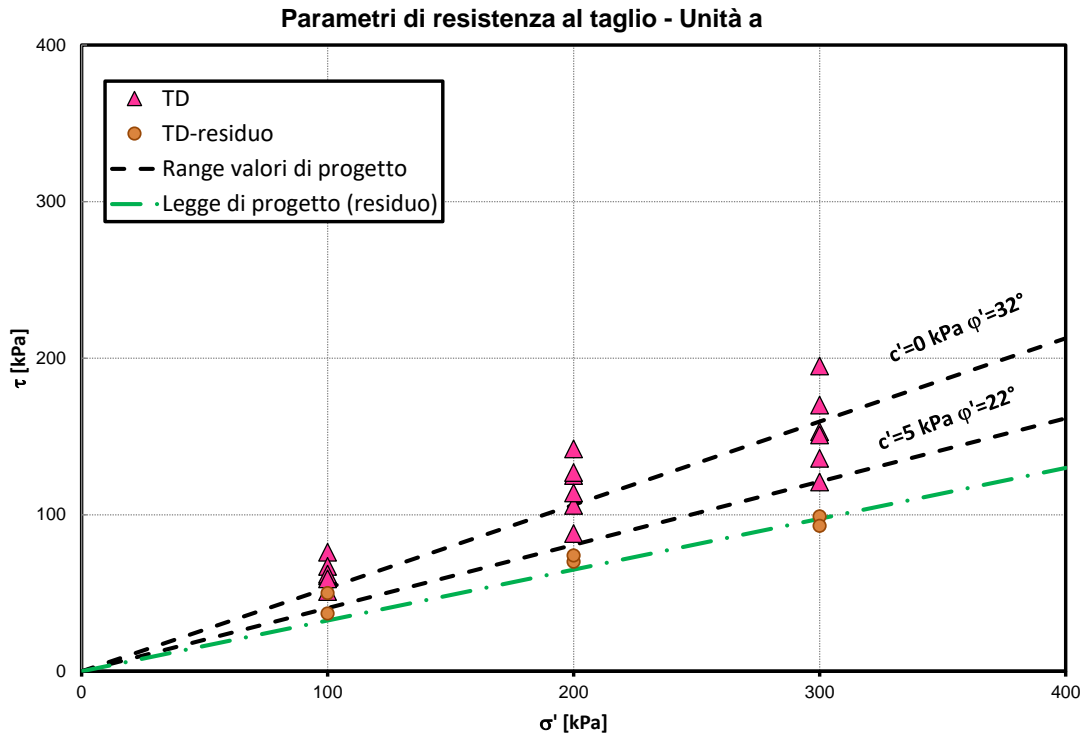


Figura 40 - Parametri di resistenza coltri eluvio colluviali coesive – unità a

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 104 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Andamento della resistenza al taglio non drenata

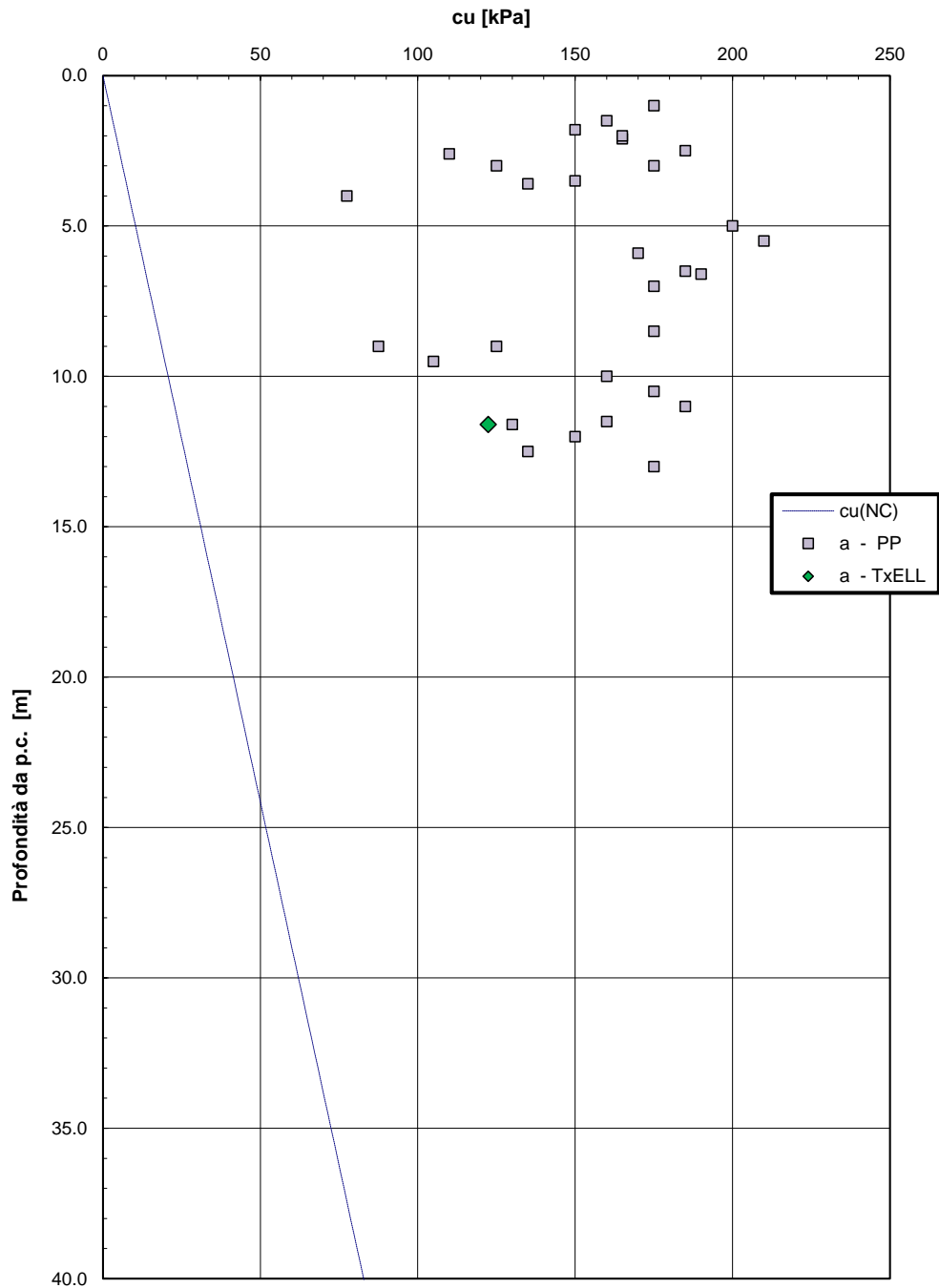


Figura 41 – resistenza al taglio non drenata – unità a

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 105 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

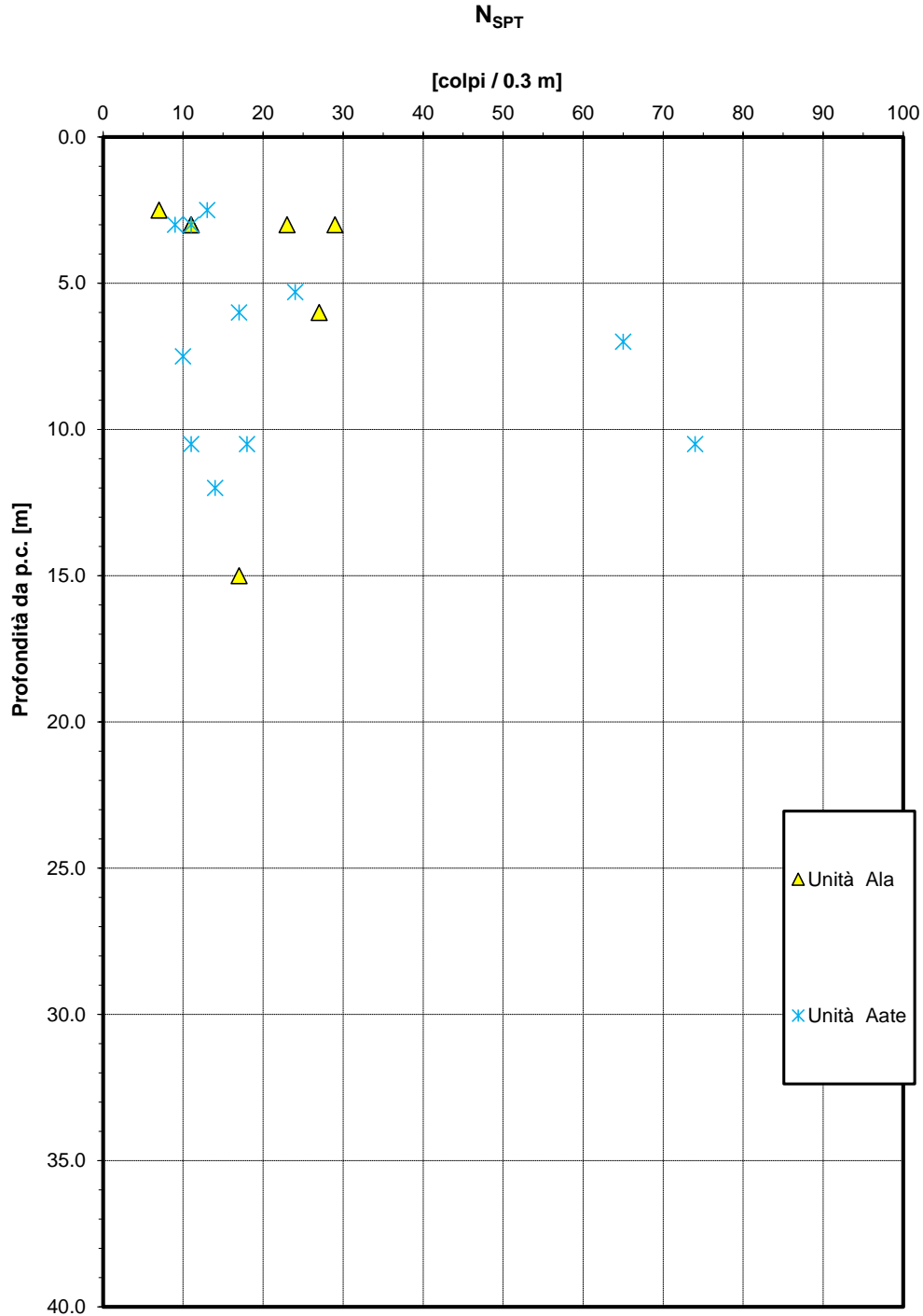


Figura 42 – Valori di N<sub>SPT</sub> – Unità Ala e unità Aate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 106 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Peso di volume

$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]

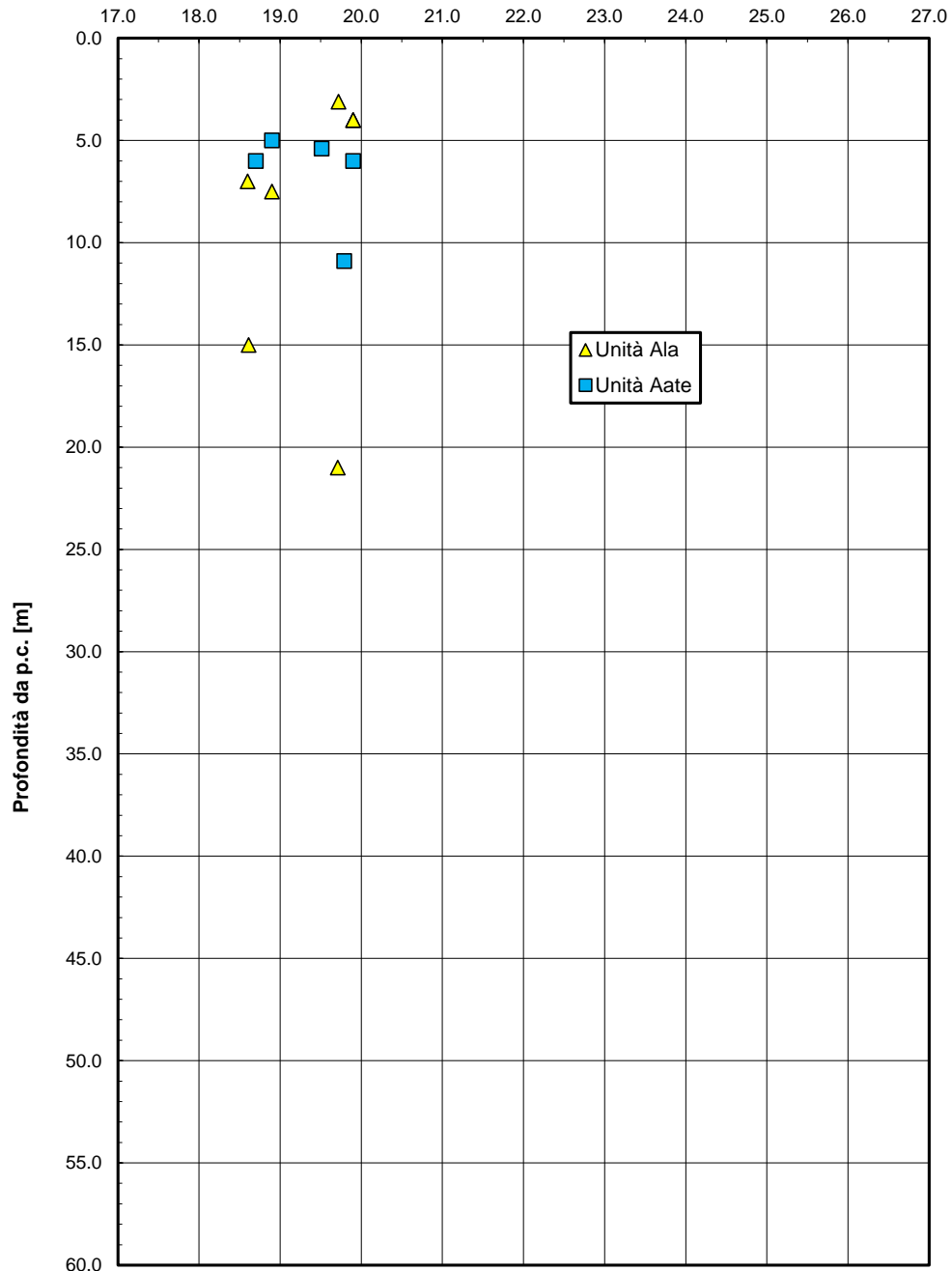


Figura 43 – Peso di volume naturale– Unità Ala e unità Ate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 107 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Granulometria unità Ala

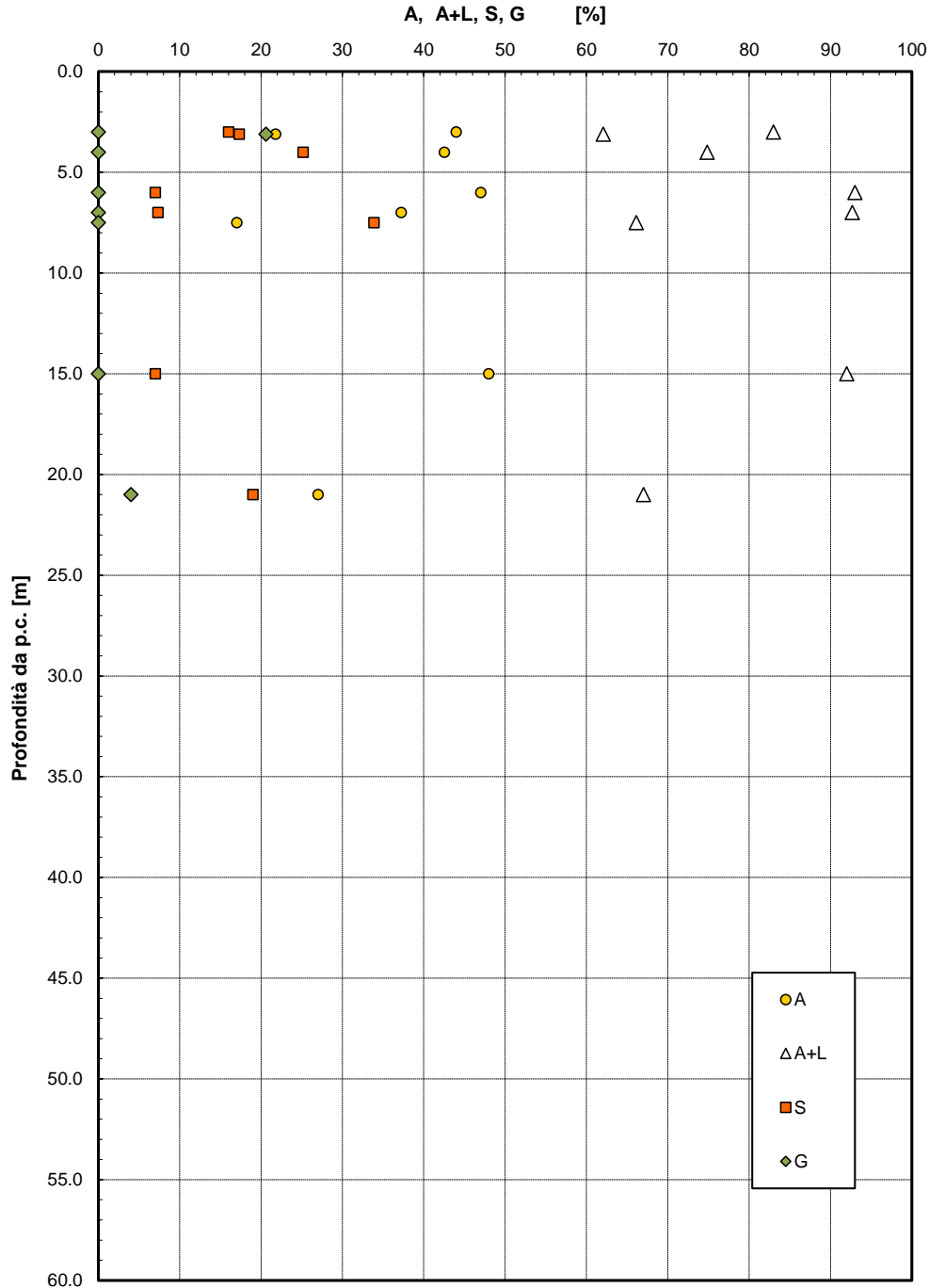


Figura 44– Analisi granulometrica – Unità Ala

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 108 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Granulometria unità Aate

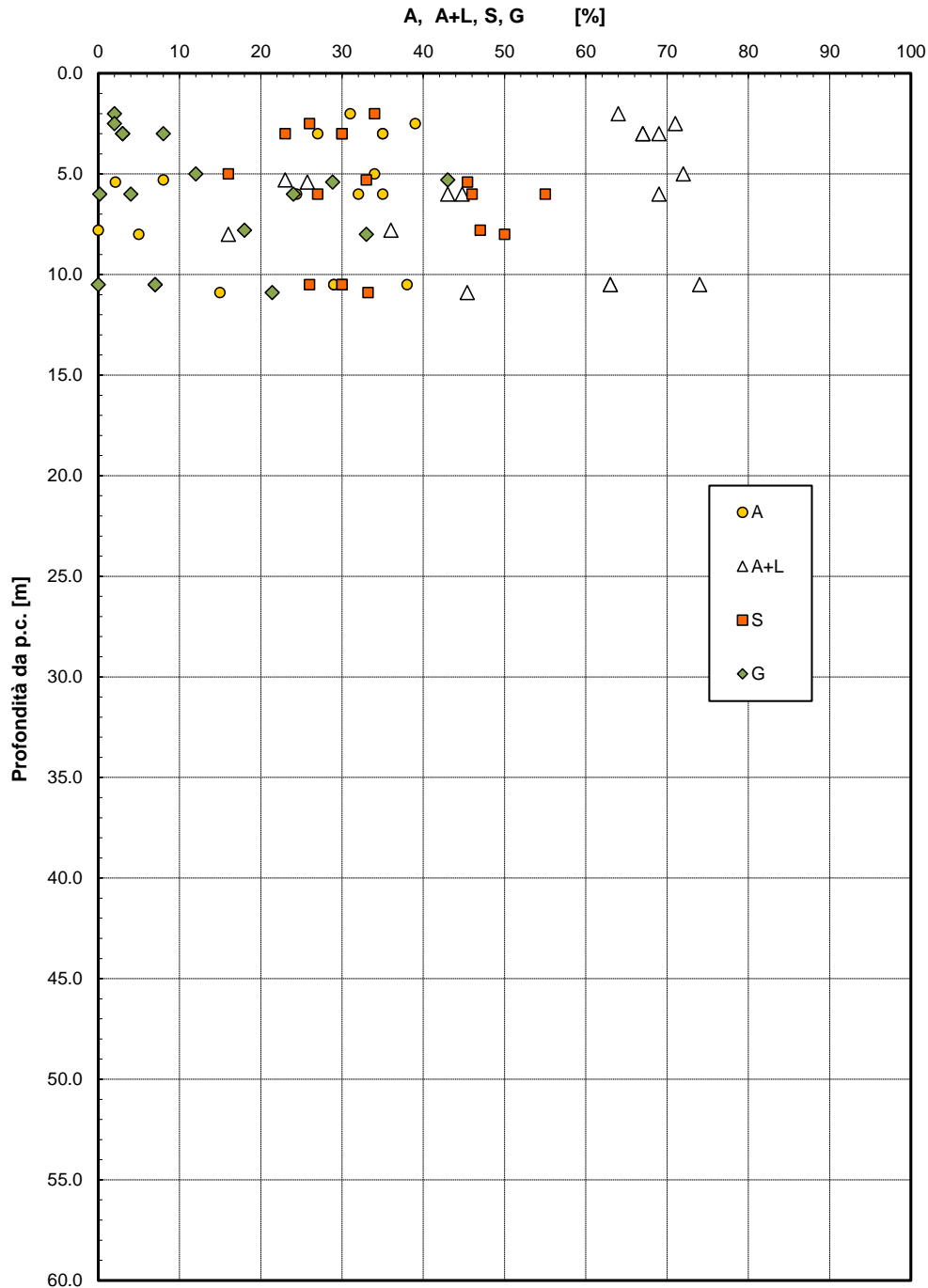


Figura 45– Analisi granulometrica – Unità Ate



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 109 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua**

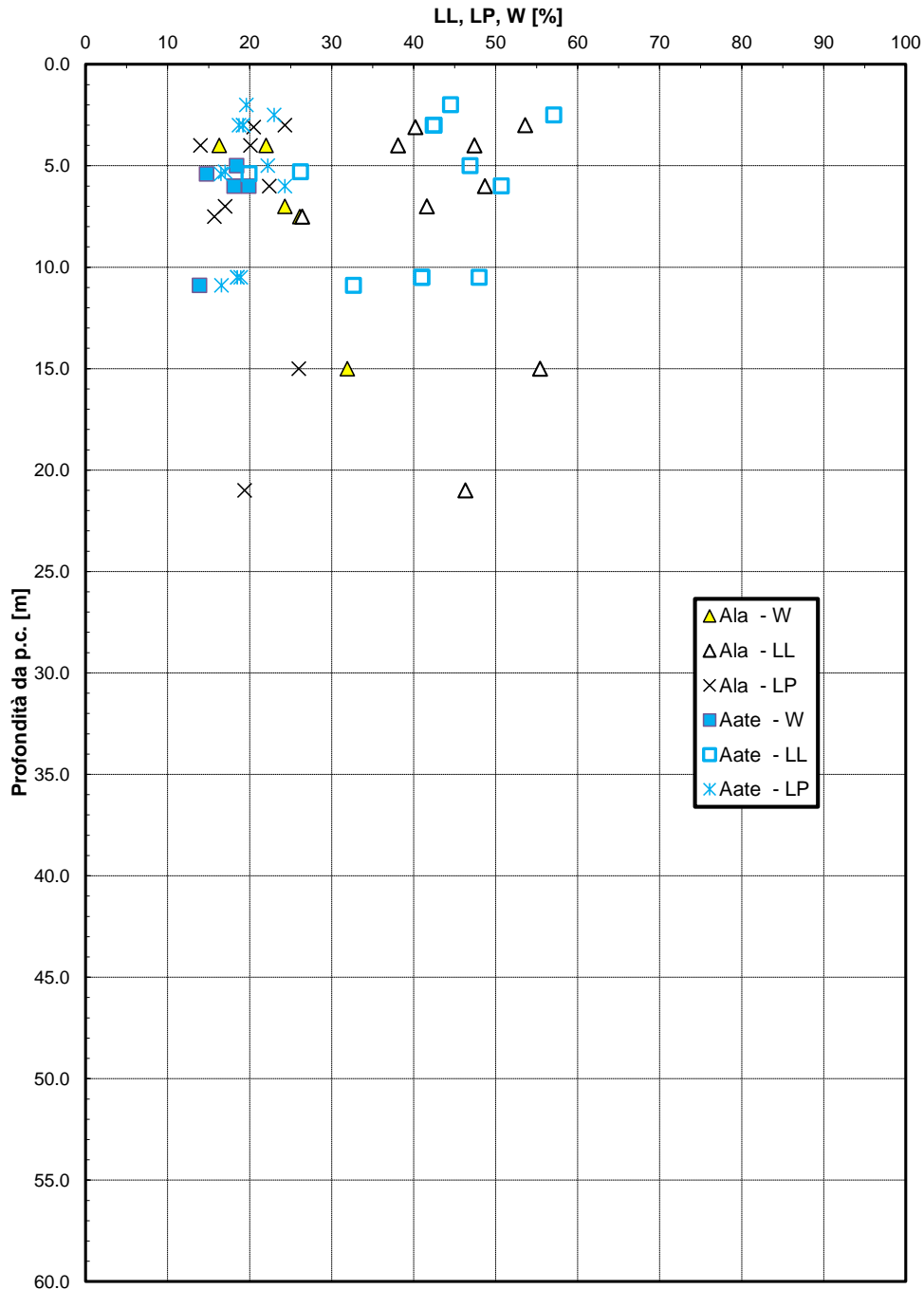


Figura 46 – Limiti di Atterberg – Unità Ala e unità Aate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 110 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carta di Plasticità di Casagrande

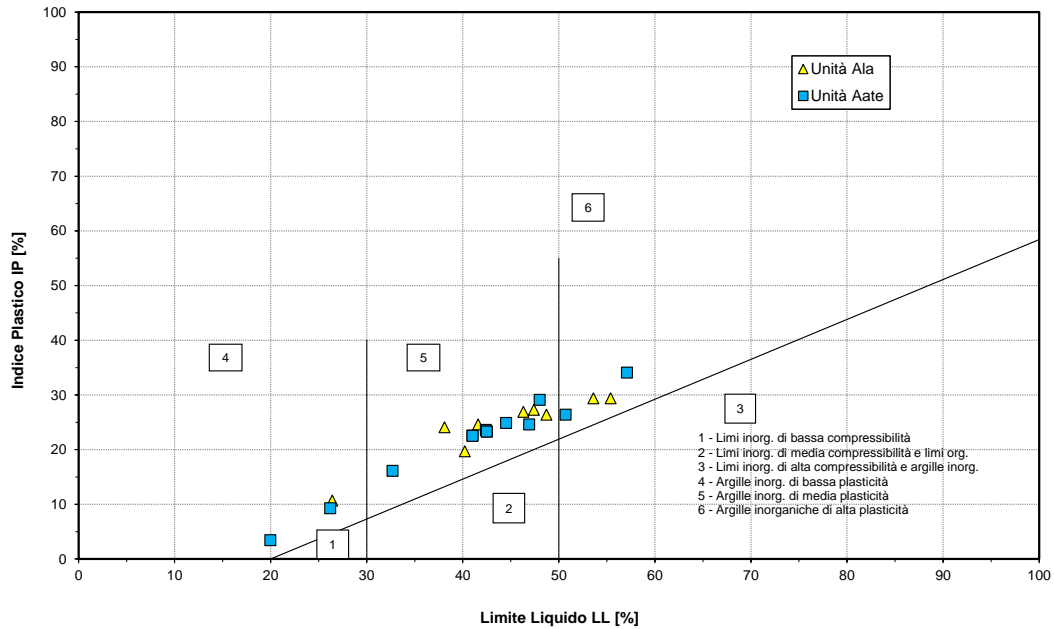


Figura 47– Carta di plasticità di Casagrande – Unità Ala e unità Aate

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

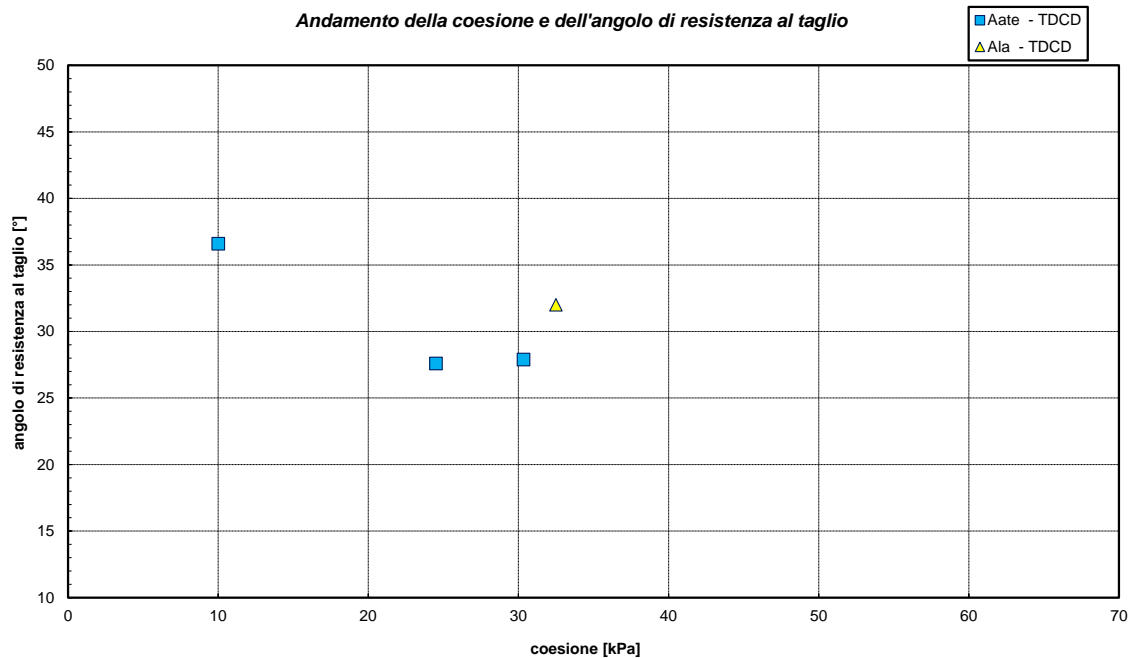


Figura 48– Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata – Unità Ala e unità Aate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 111 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Andamento della coesione con la profondità

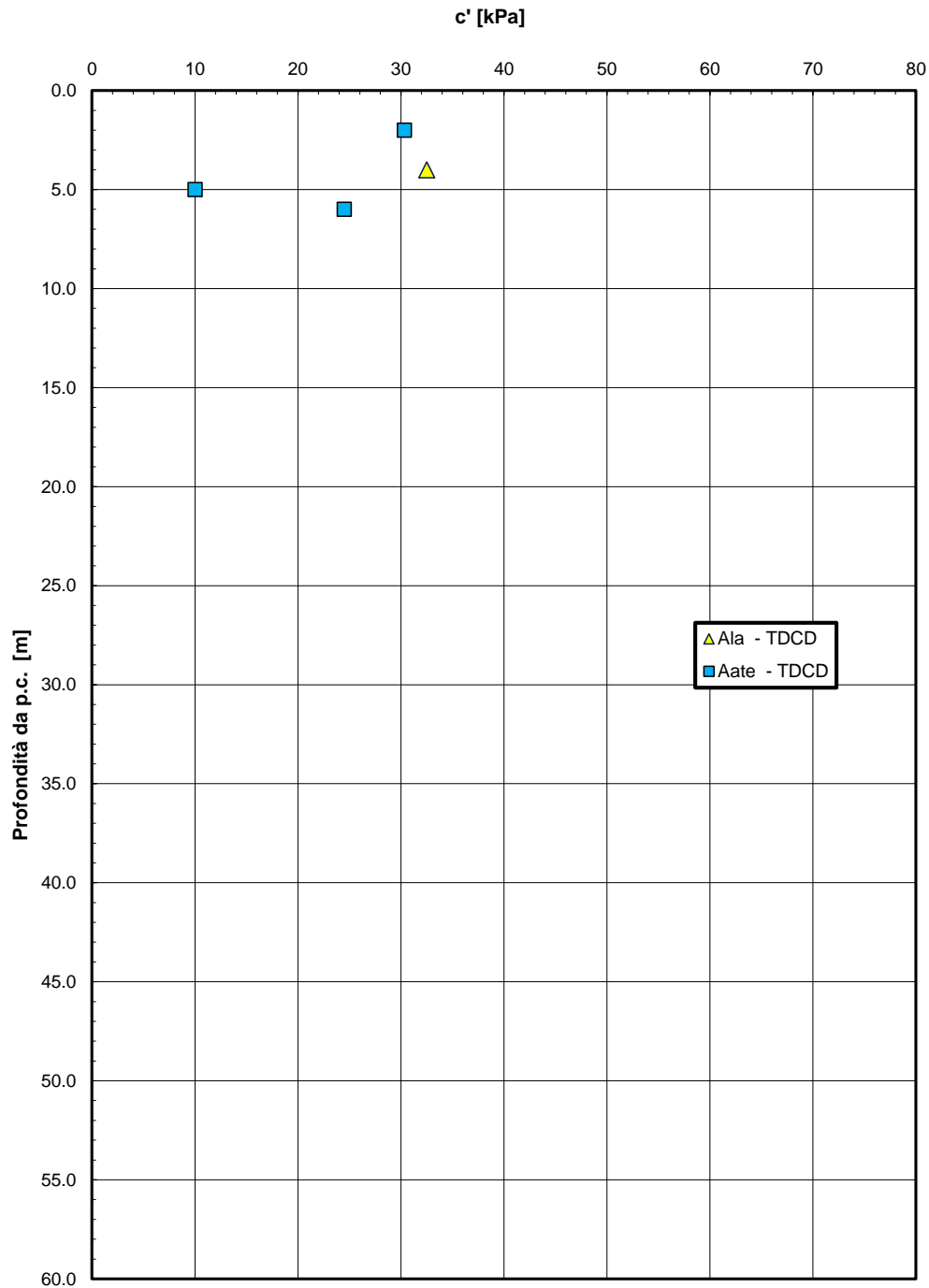


Figura 49 – Andamento della coesione con la profondità – Unità Ala e unità Ate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 112 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Andamento della resistenza al taglio con la profondità

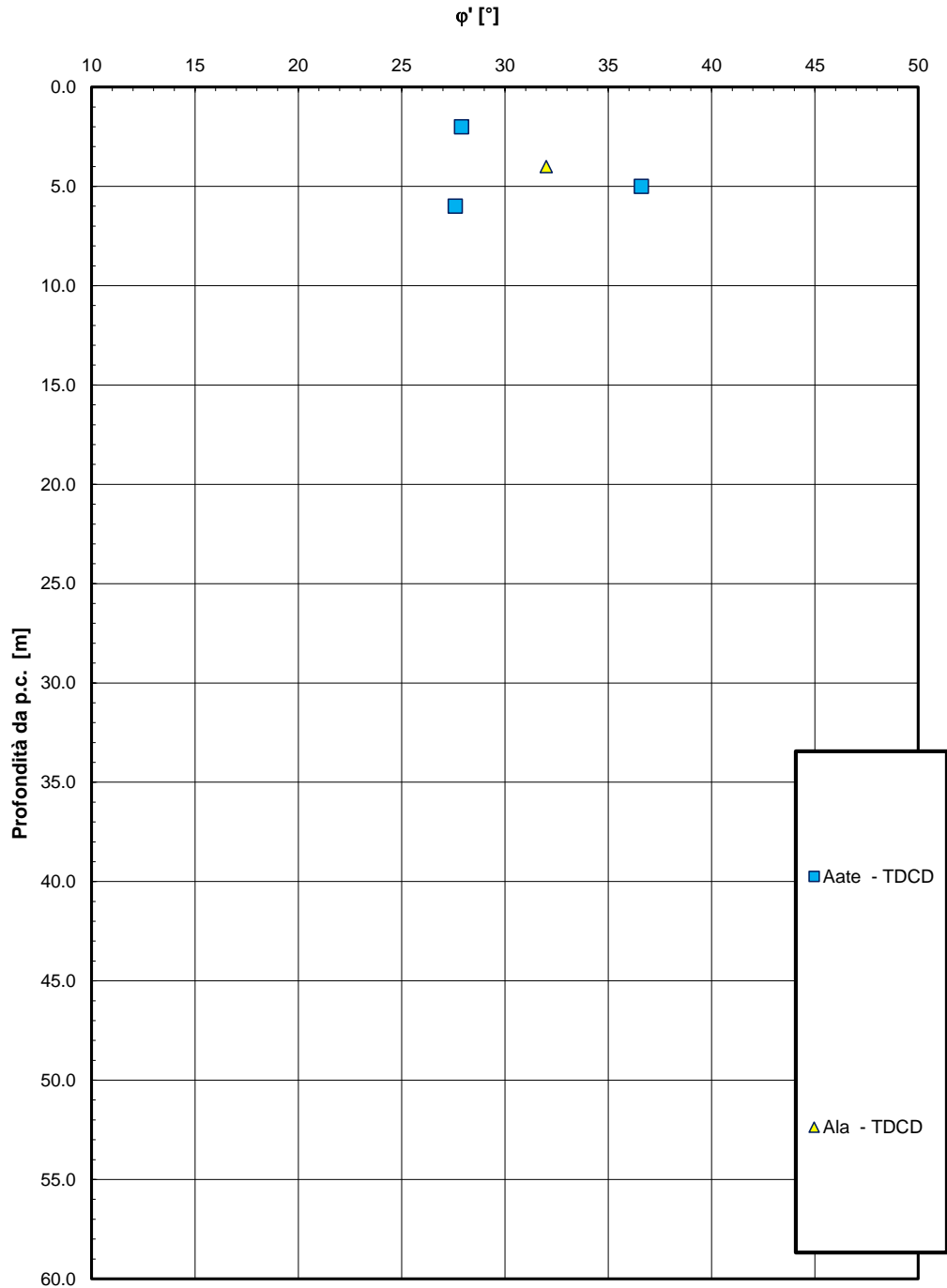


Figura 50– Andamento della resistenza al taglio con la profondità – Unità Ala e unità Ate

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 113 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

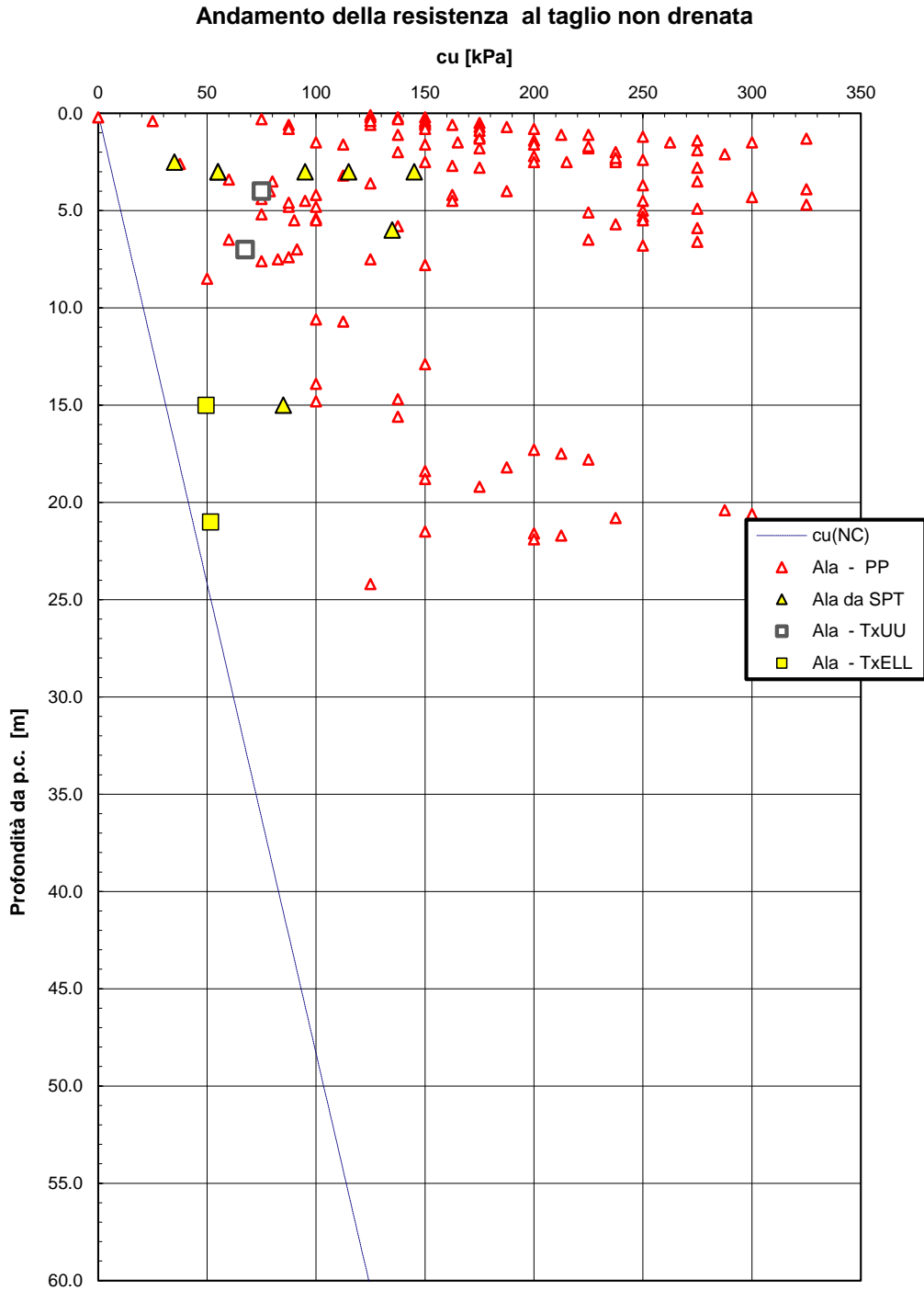


Figura 51– Resistenza al taglio non drenata – Unità Ala

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 114 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

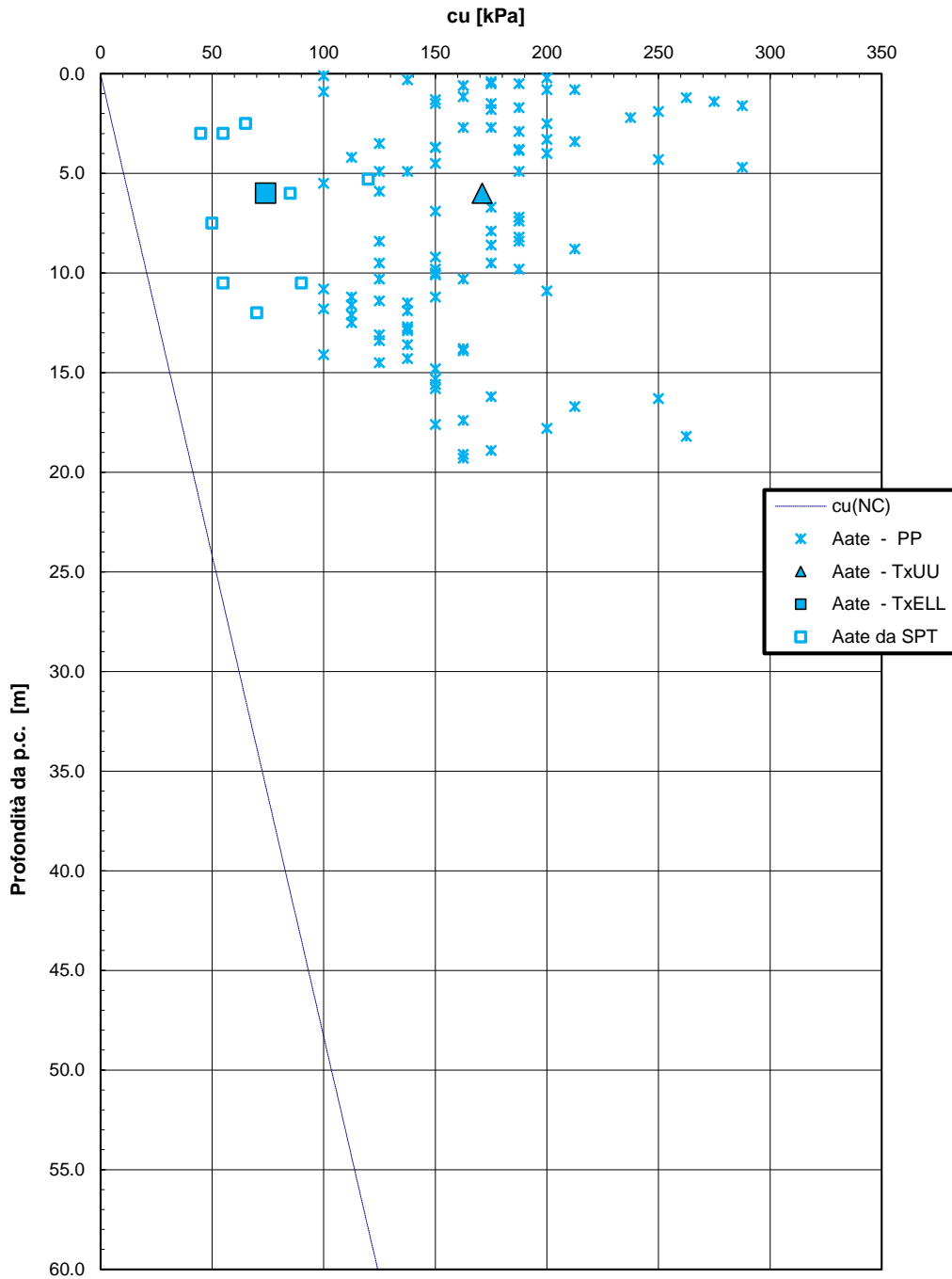


Figura 52– Resistenza al taglio non drenata – Unità Aate

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 115 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

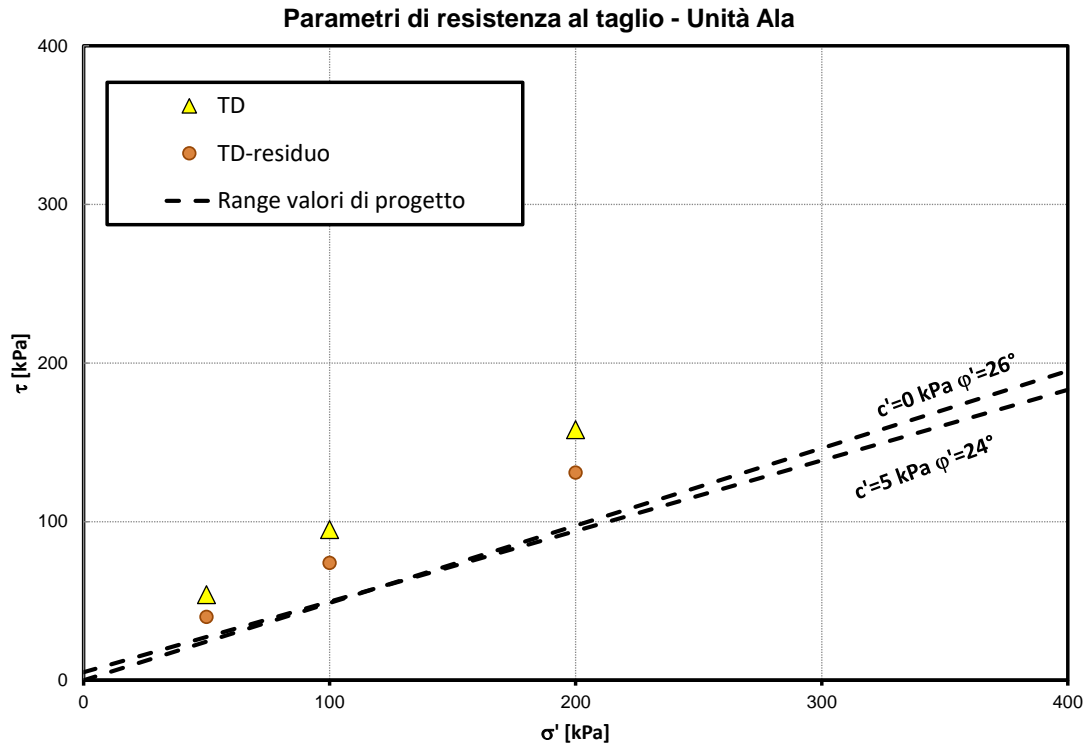


Figura 53 - Parametri di resistenza depositi alluvionali limoso argillosi – unità Ala

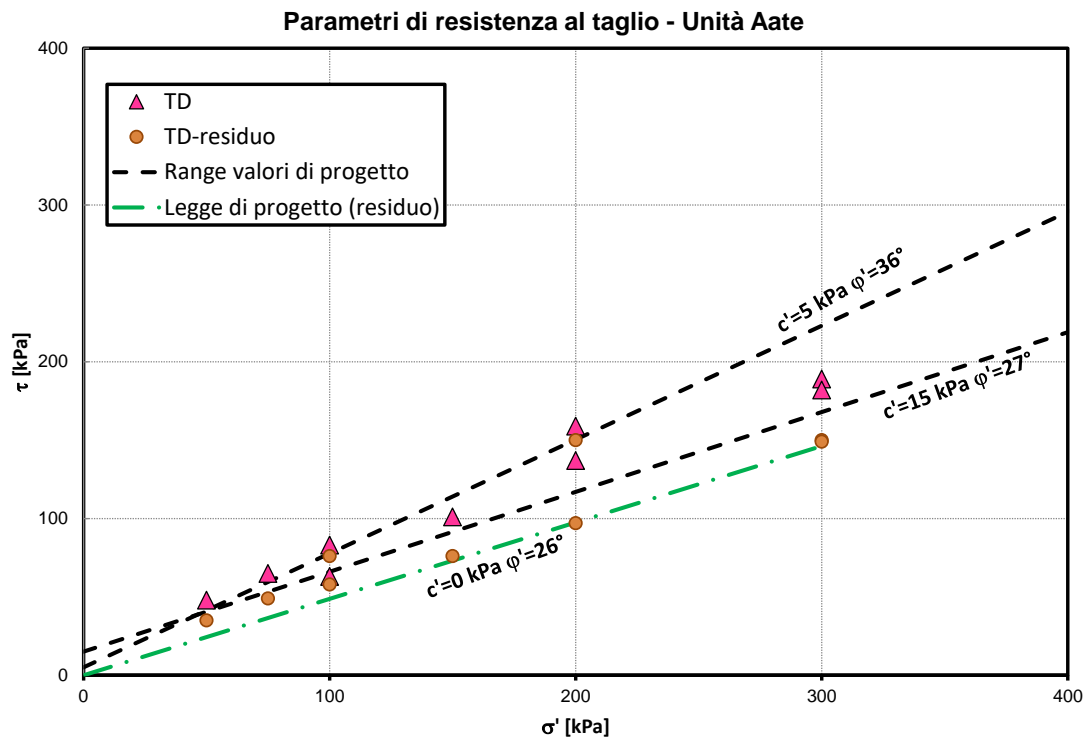


Figura 54 - Parametri di resistenza depositi alluvionali terrazzati – unità Aate

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 116 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT**

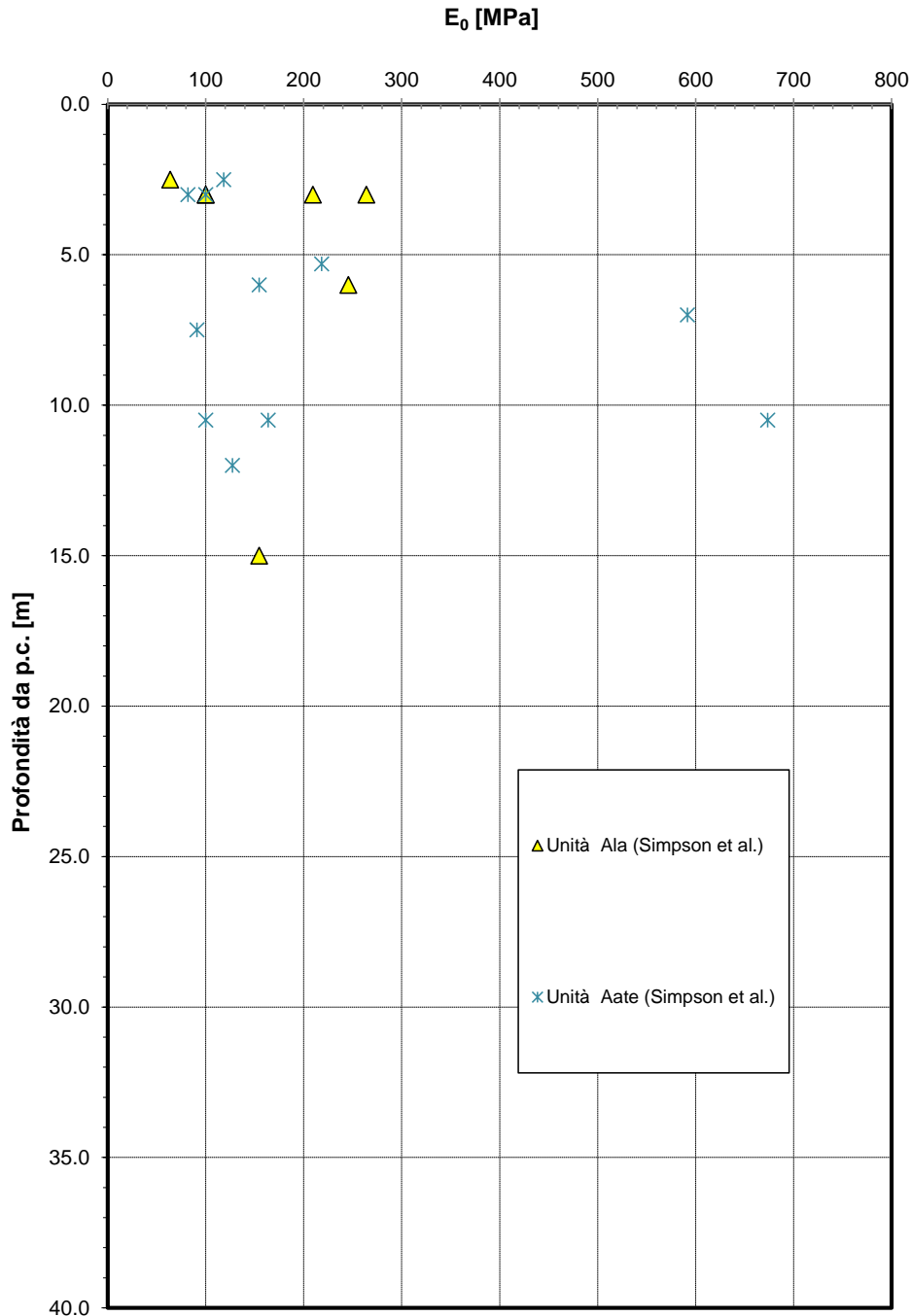


Figura 55- Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT – Unità Ala e Aate



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 117 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

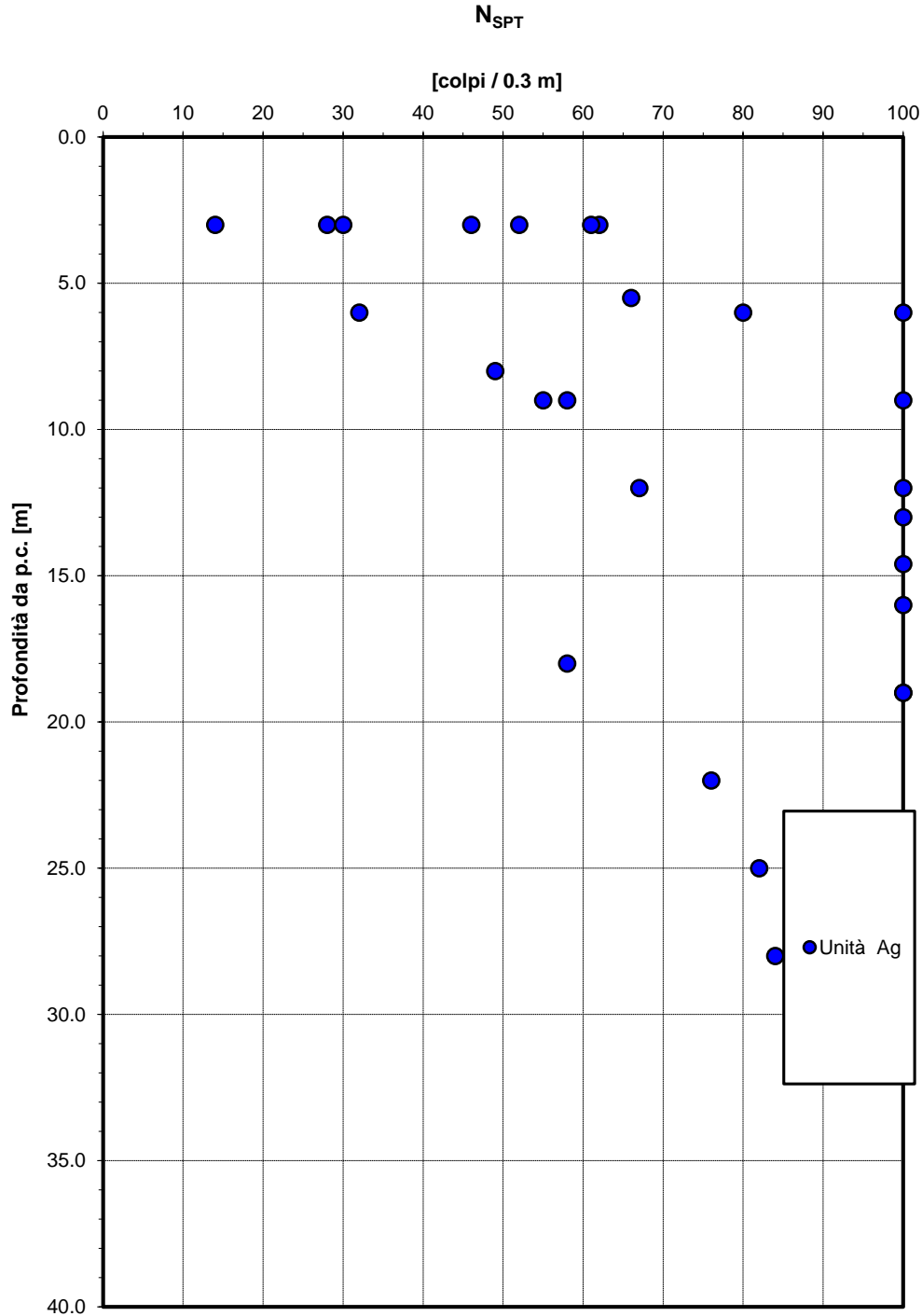


Figura 56– Valori di N<sub>SPT</sub> – Unità Ag

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 118 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Densità relativa da prove SPT

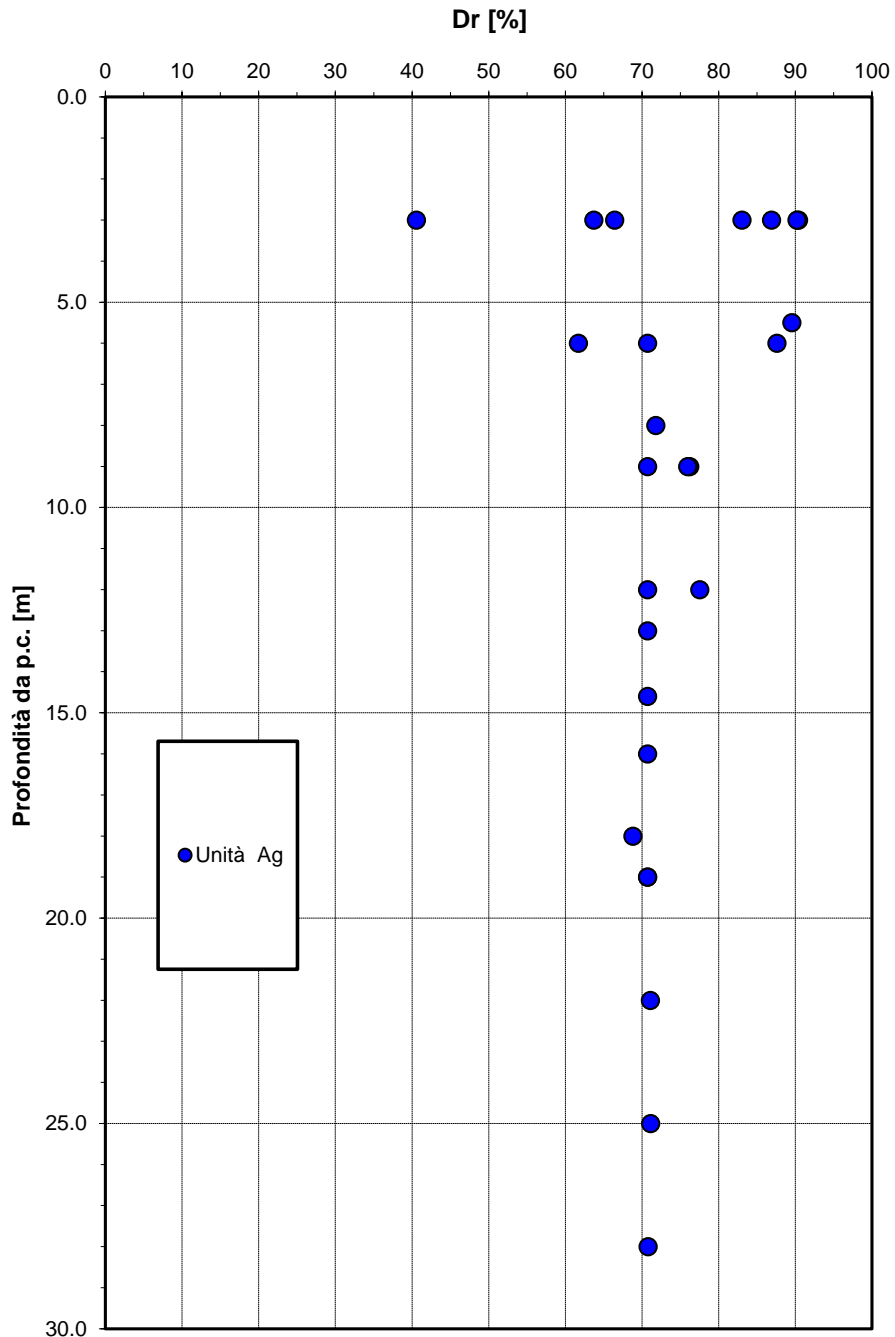


Figura 57– Densità relativa da prove SPT – Unità Ag

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 119 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Granulometria unità Ag**

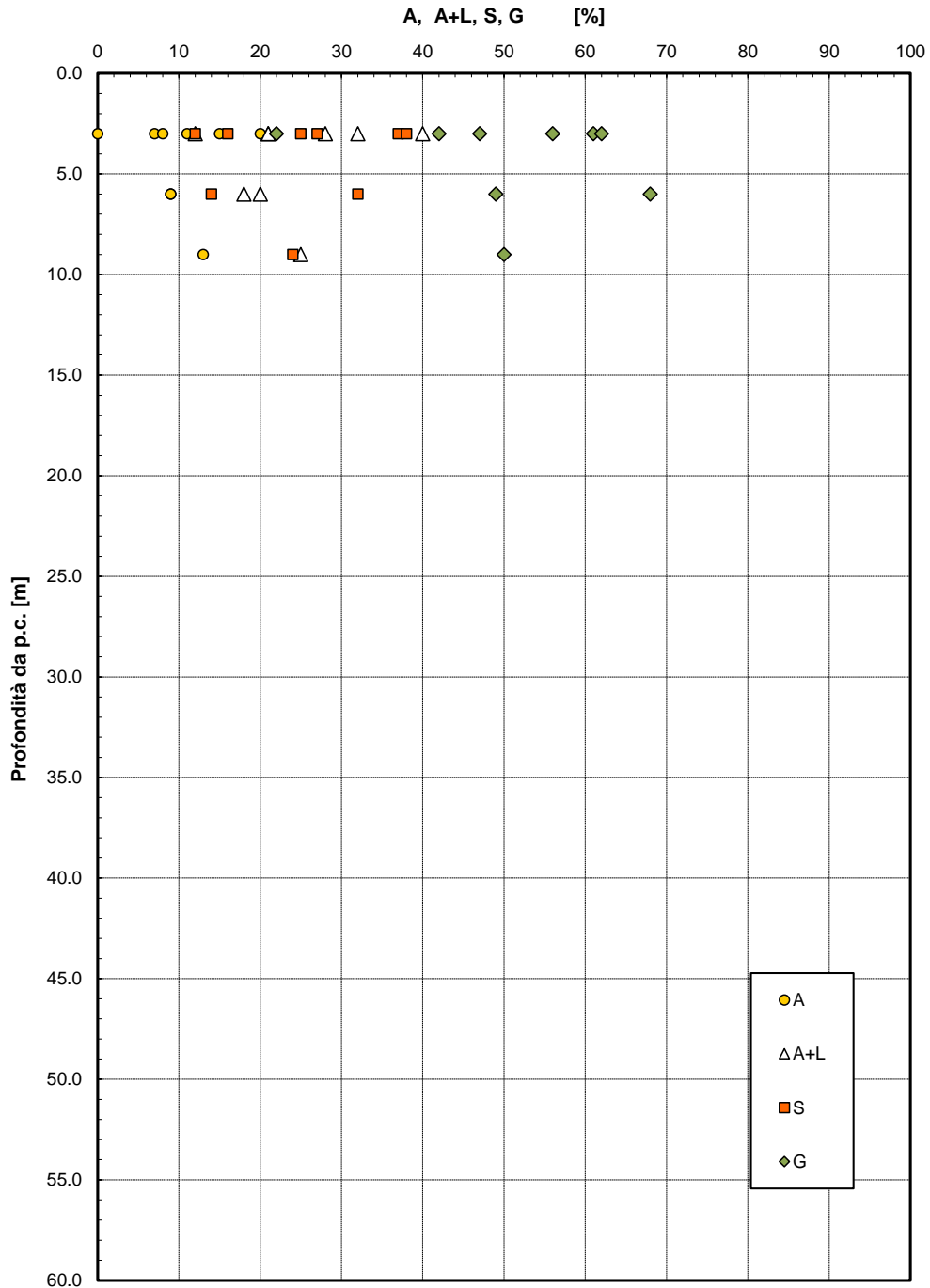


Figura 58 – Analisi granulometrica – Unità Ag

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

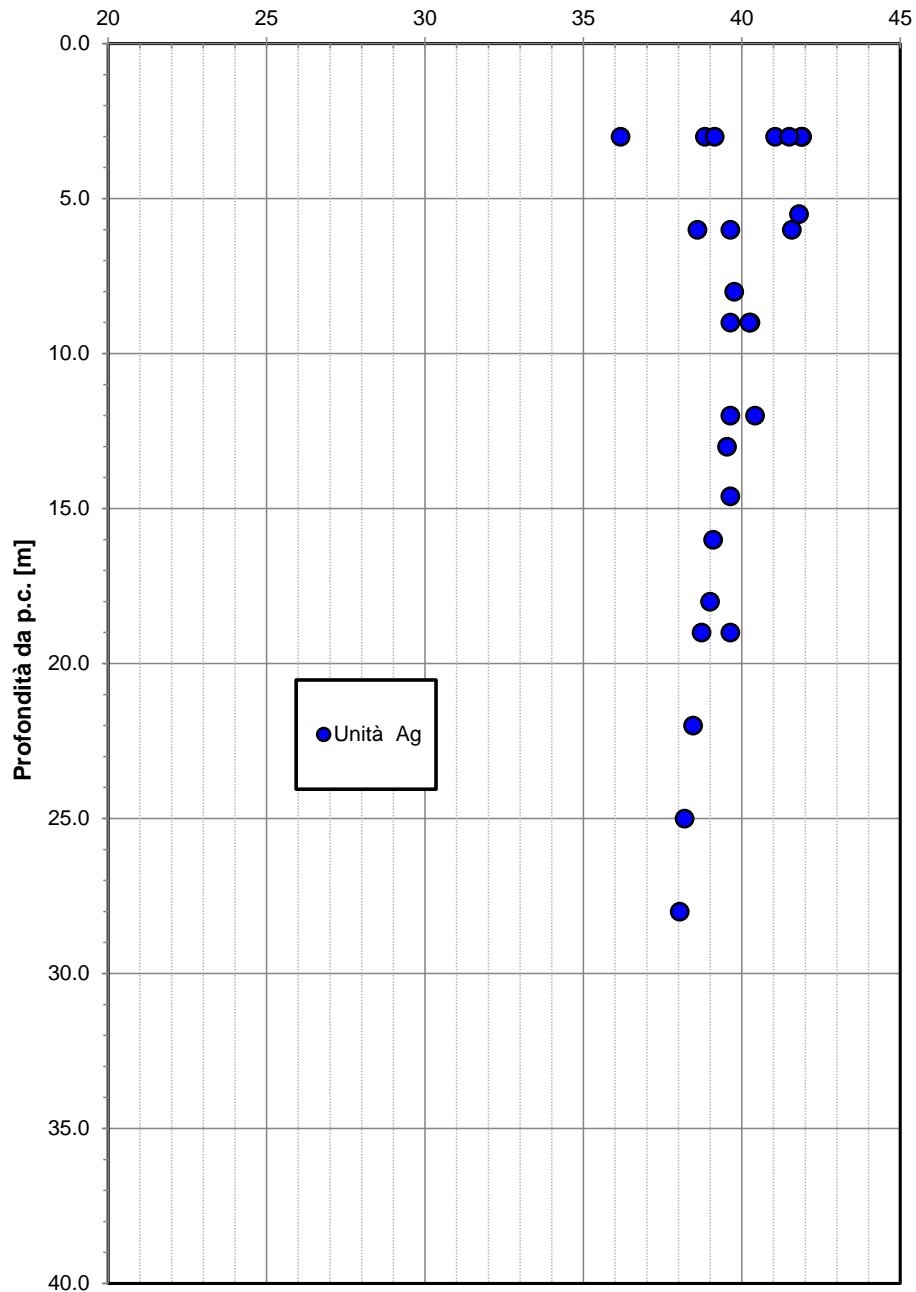
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 120 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

angolo di resistenza al taglio [gradi]



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 121 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

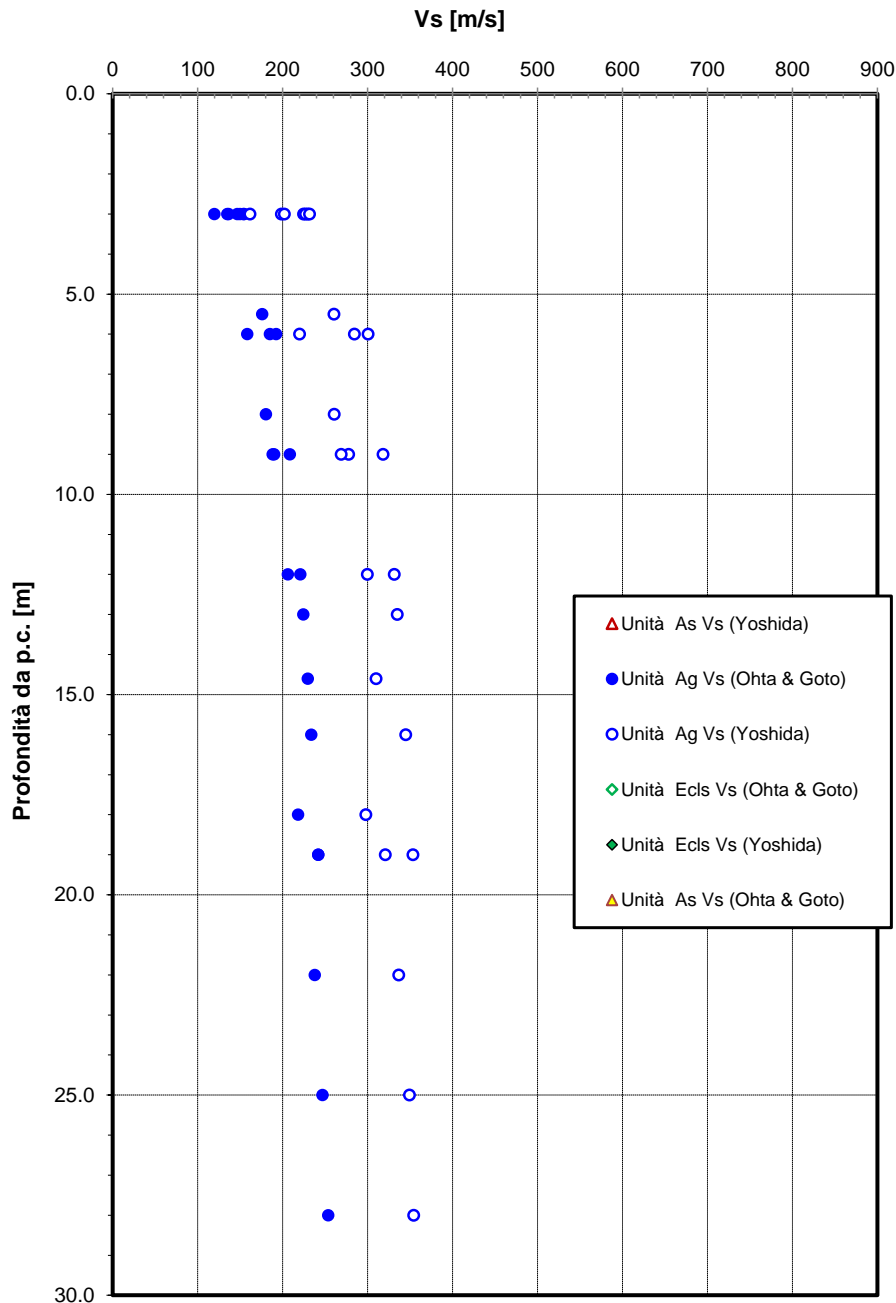


Figura 60- Velocità delle onde di taglio Vs da prove SPT – Unità Ag

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 122 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT**

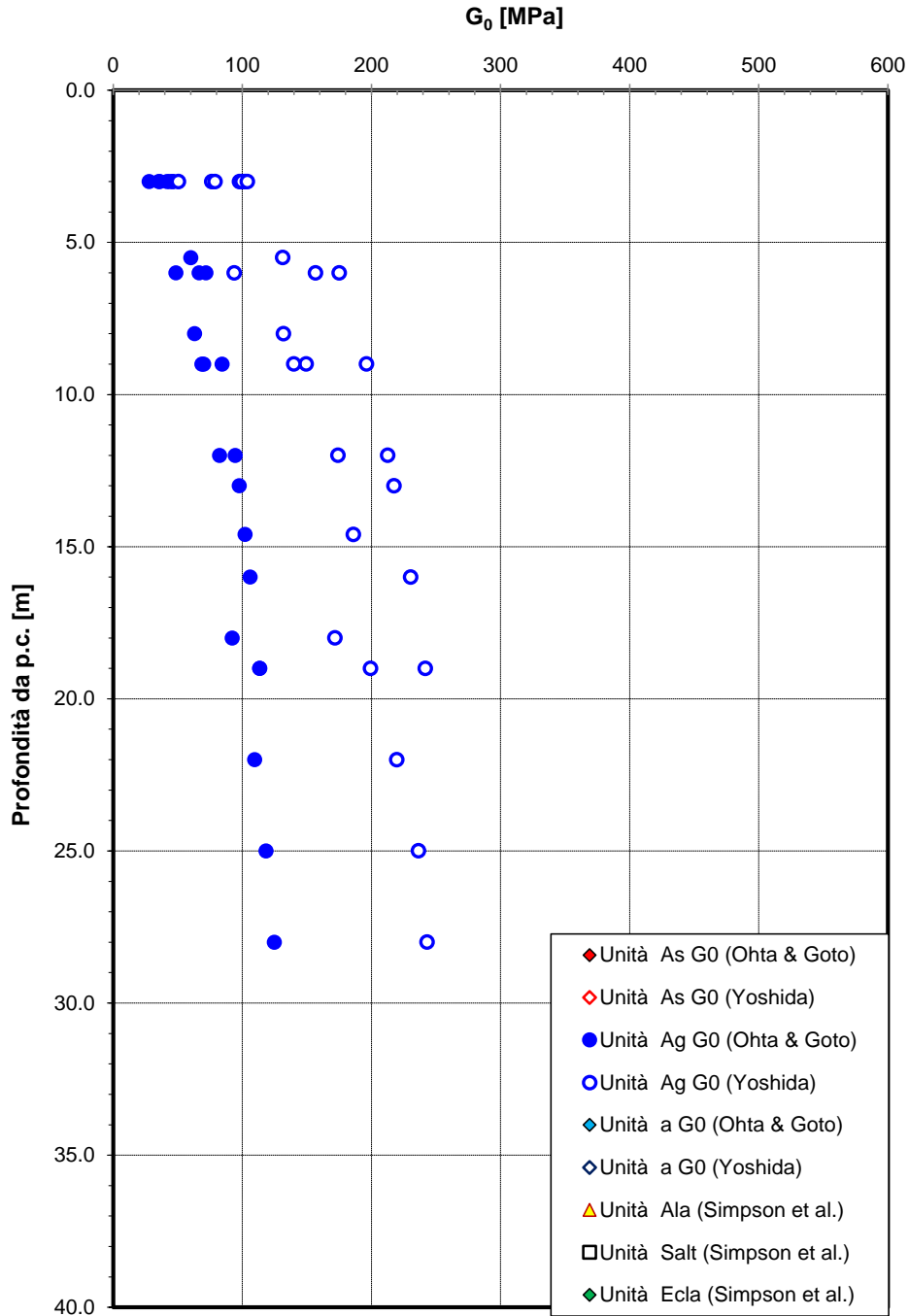


Figura 61- Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT – Unità Ag

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 123 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

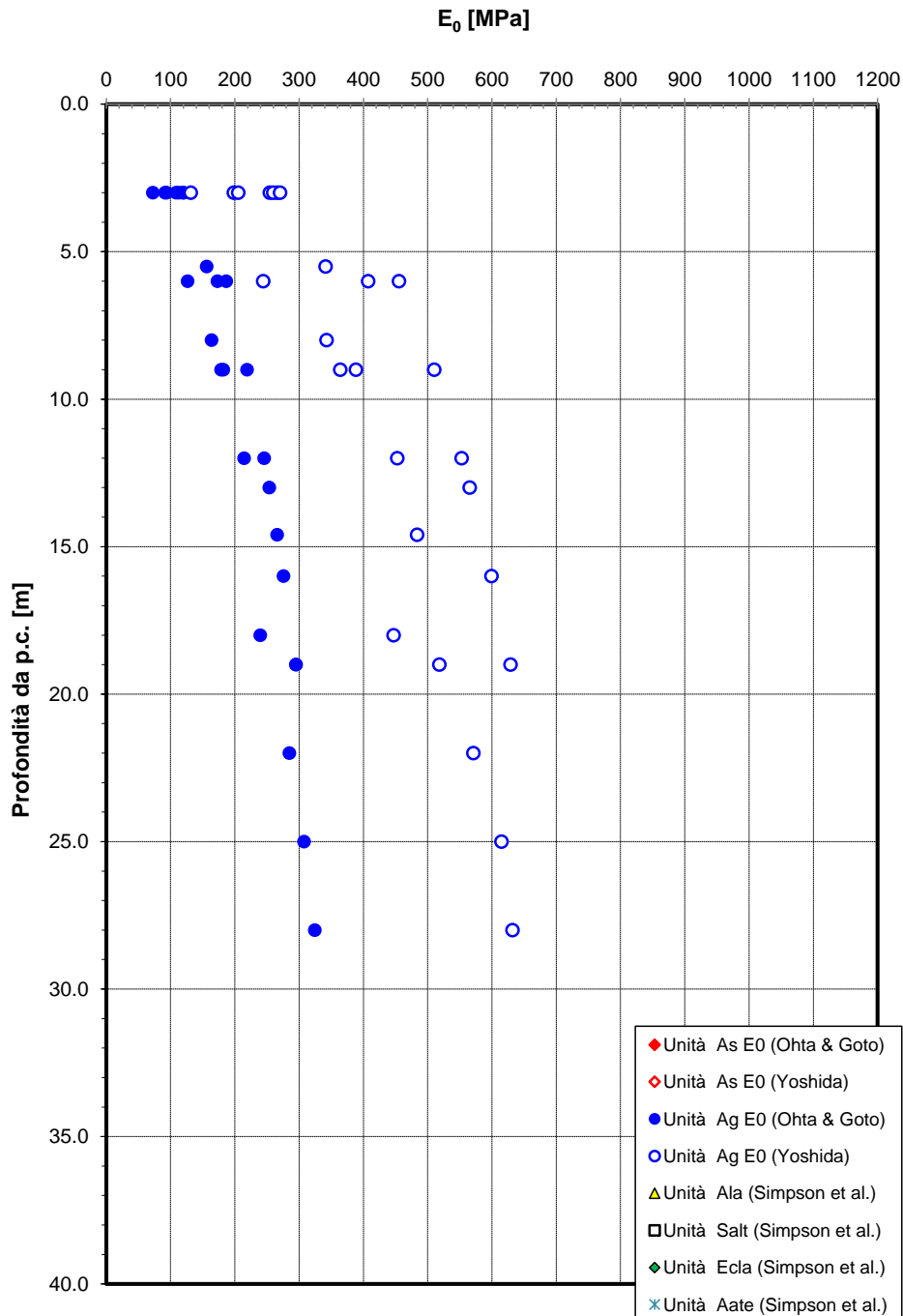


Figura 62- Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT – Unità Ag

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 124 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

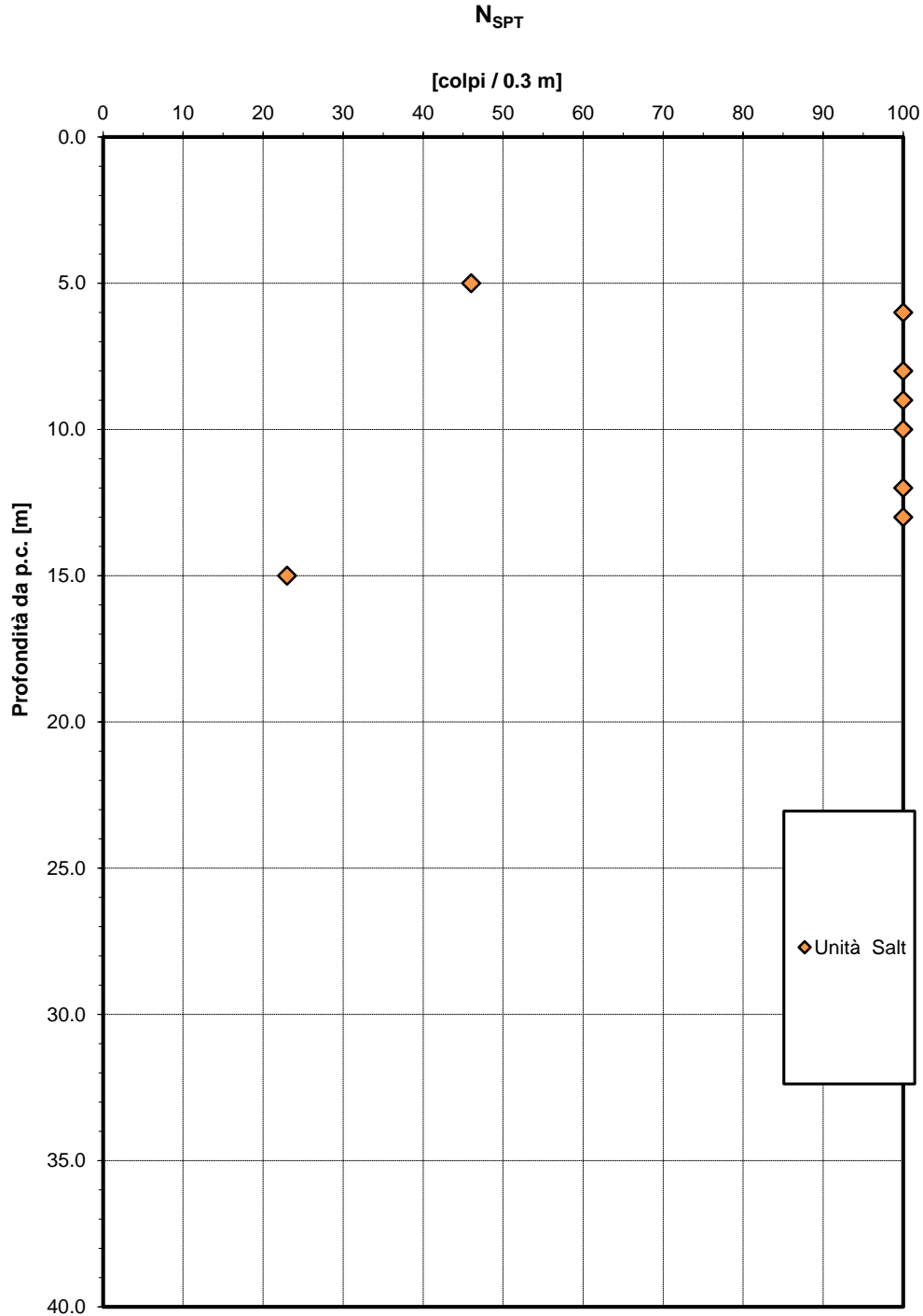


Figura 63– Valori di N<sub>SPT</sub> – Unità Salt



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 125 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Peso di volume**

$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]

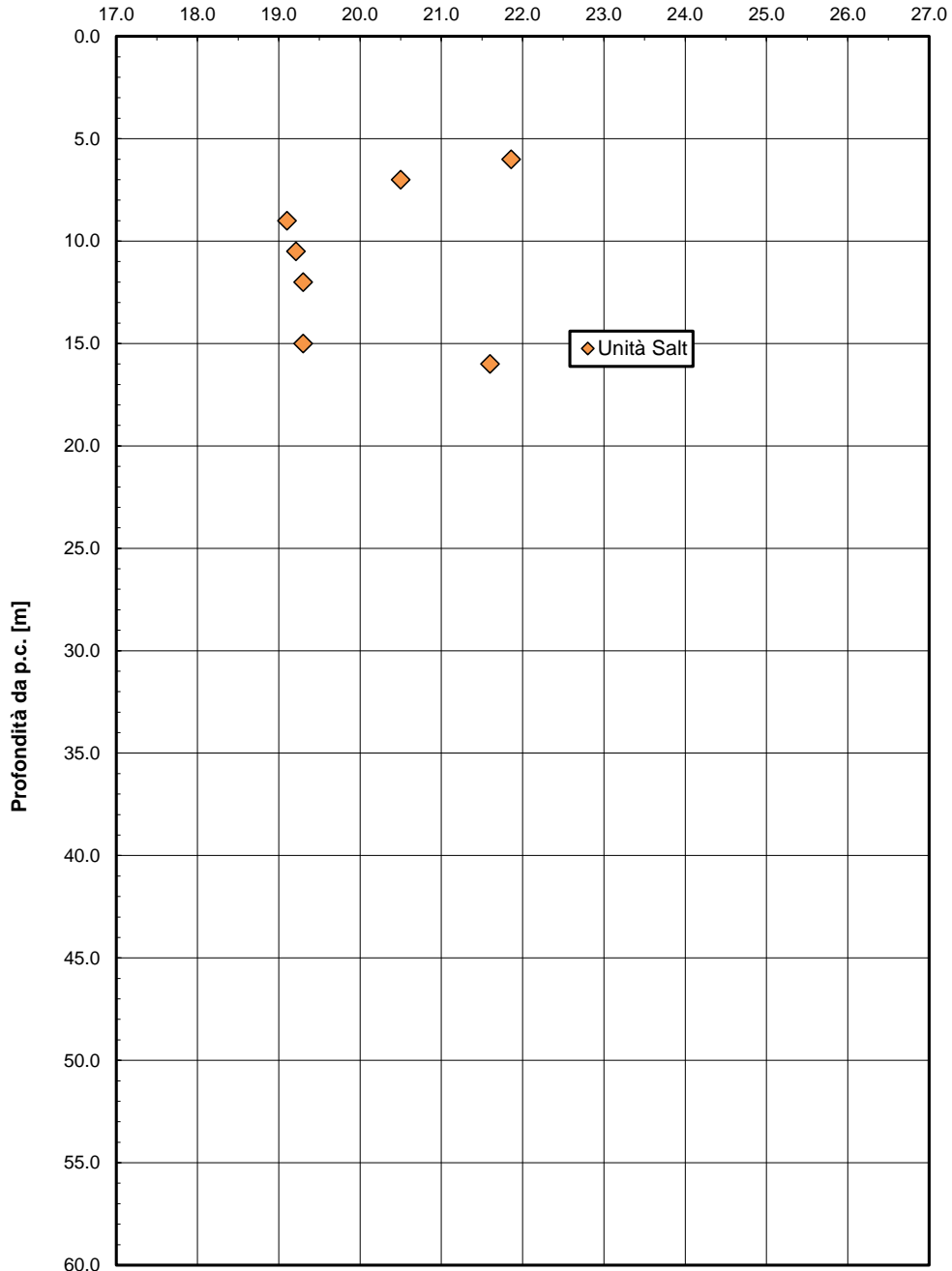


Figura 64– Peso di volume naturale– Unità Salt

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 126 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Granulometria unità Salt**

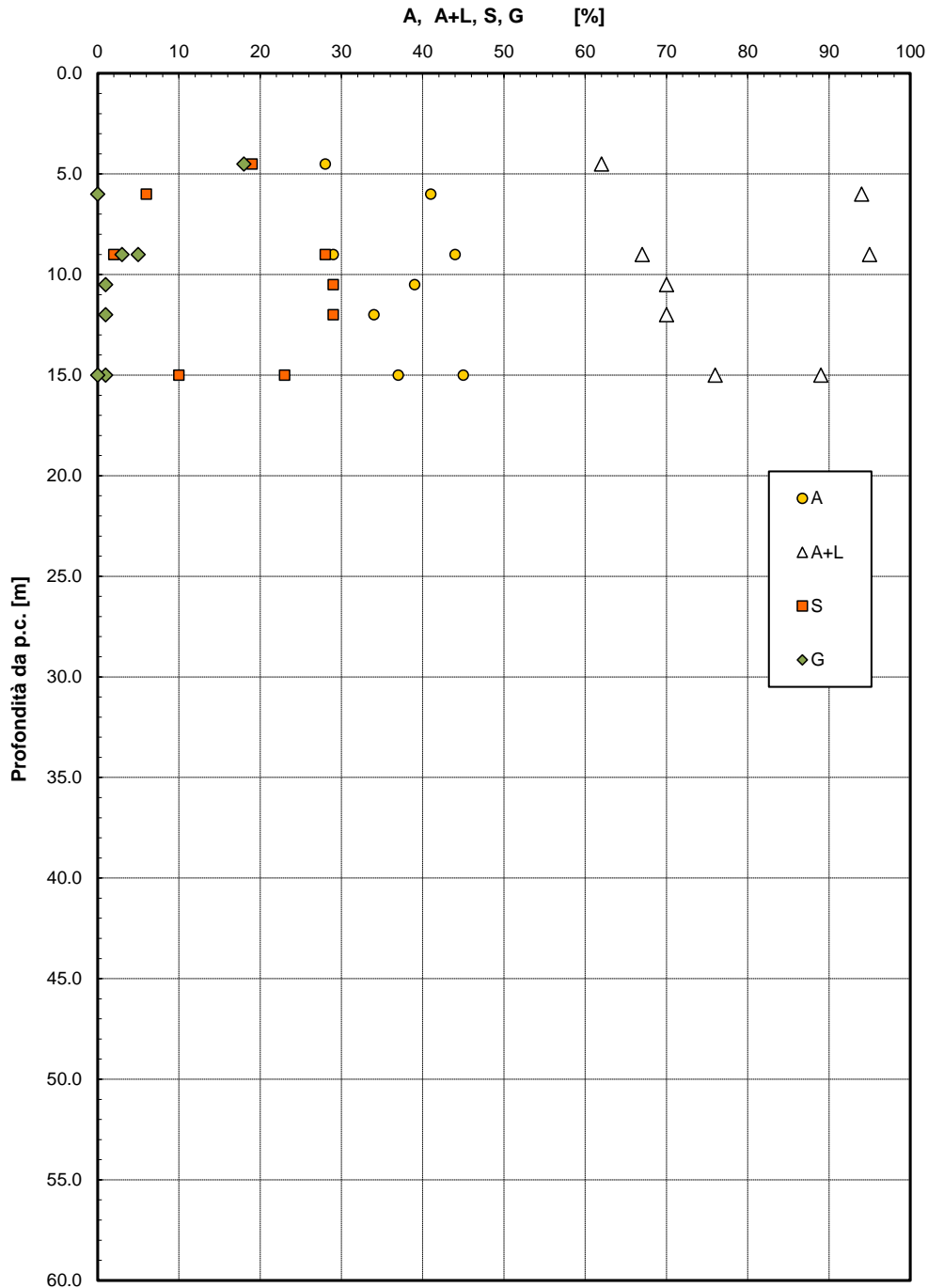


Figura 65– Analisi granulometrica – Unità Salt

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 127 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua

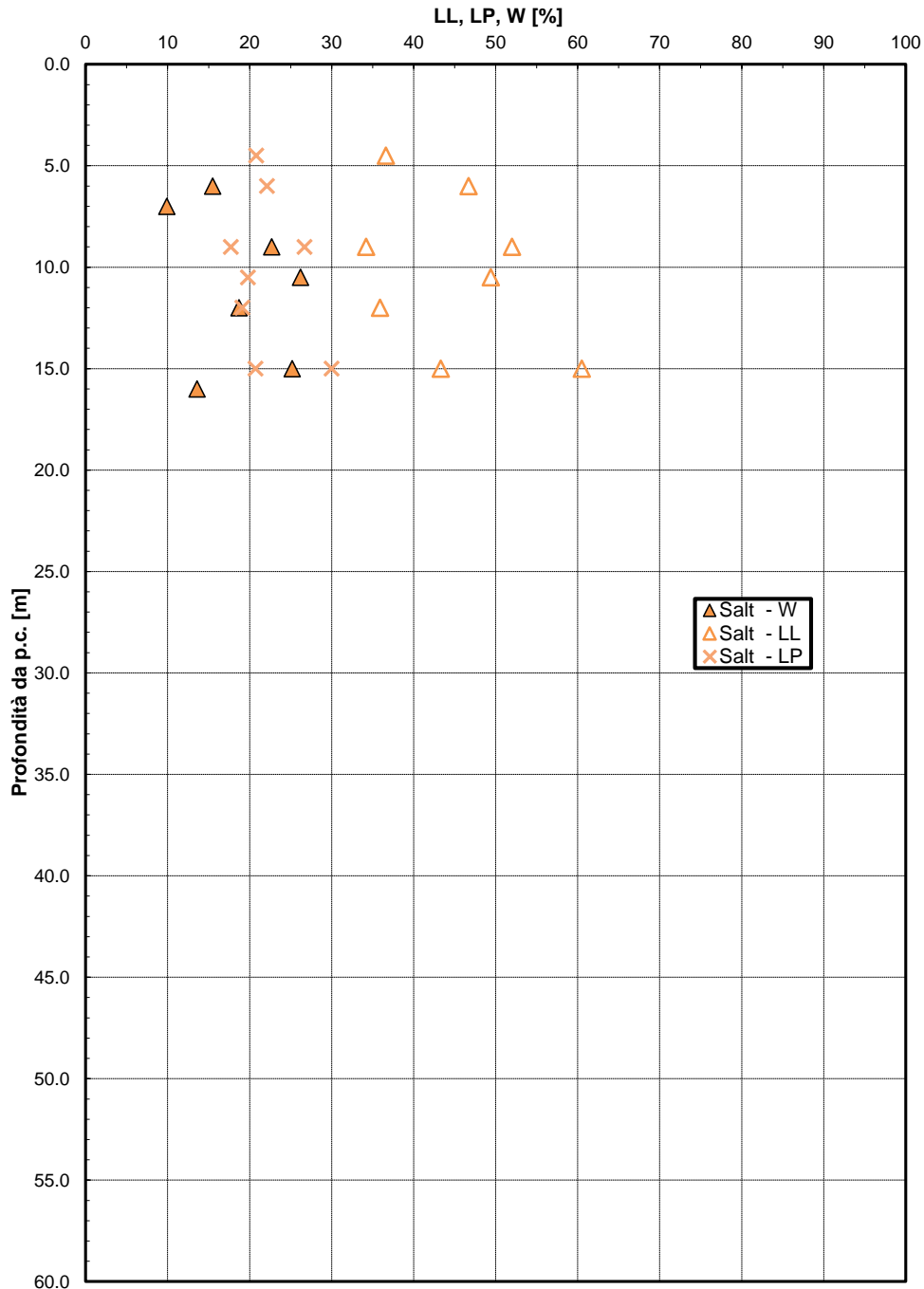


Figura 66– Limiti di Atterberg – Unità Salt

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 128 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Carta di Plasticità di Casagrande**

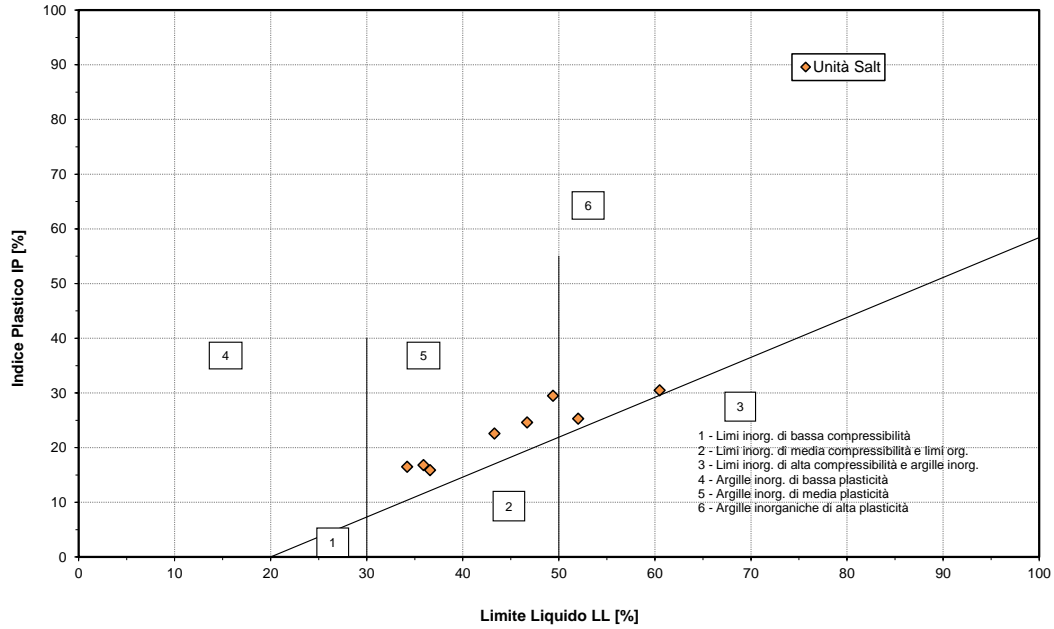


Figura 67 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità Salt

**Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio**

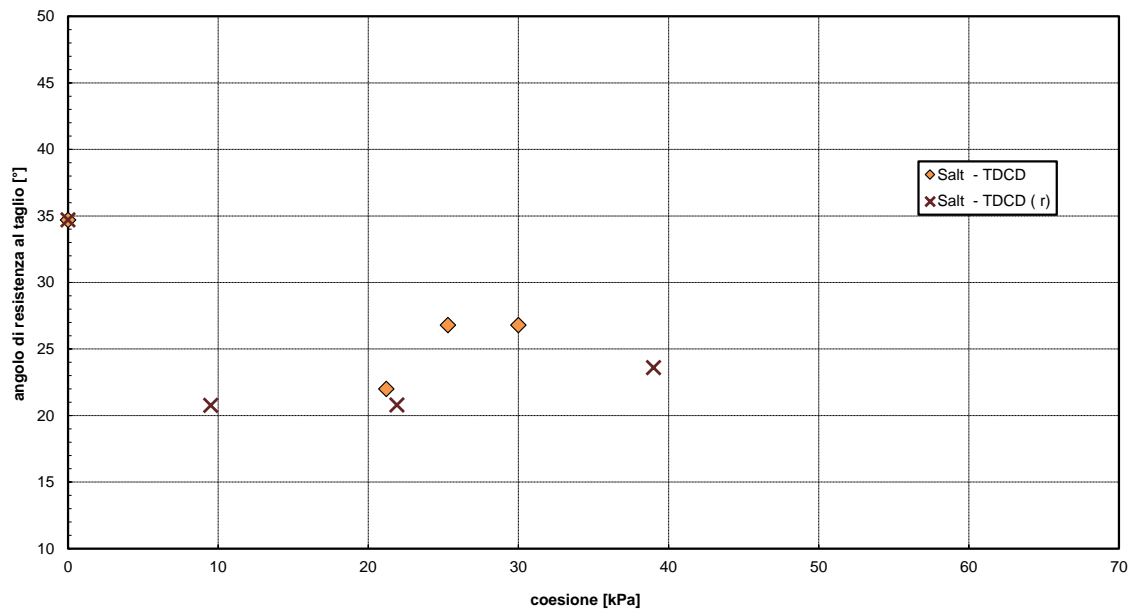


Figura 68– Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata – Unità Salt

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 129 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Andamento della coesione con la profondità

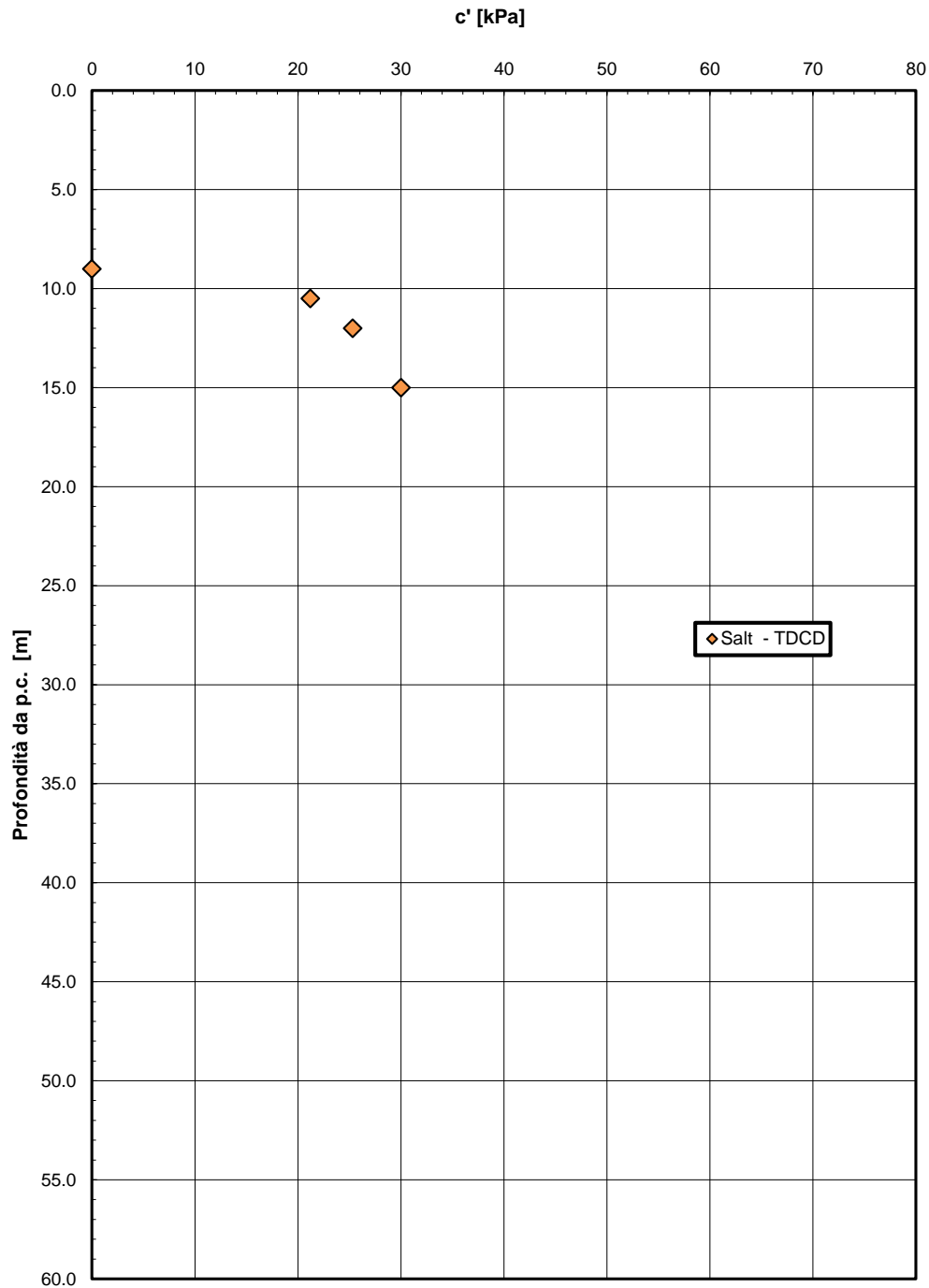


Figura 69 - Andamento della coesione con la profondità – Unità Salt

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 130 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio con la profondità**

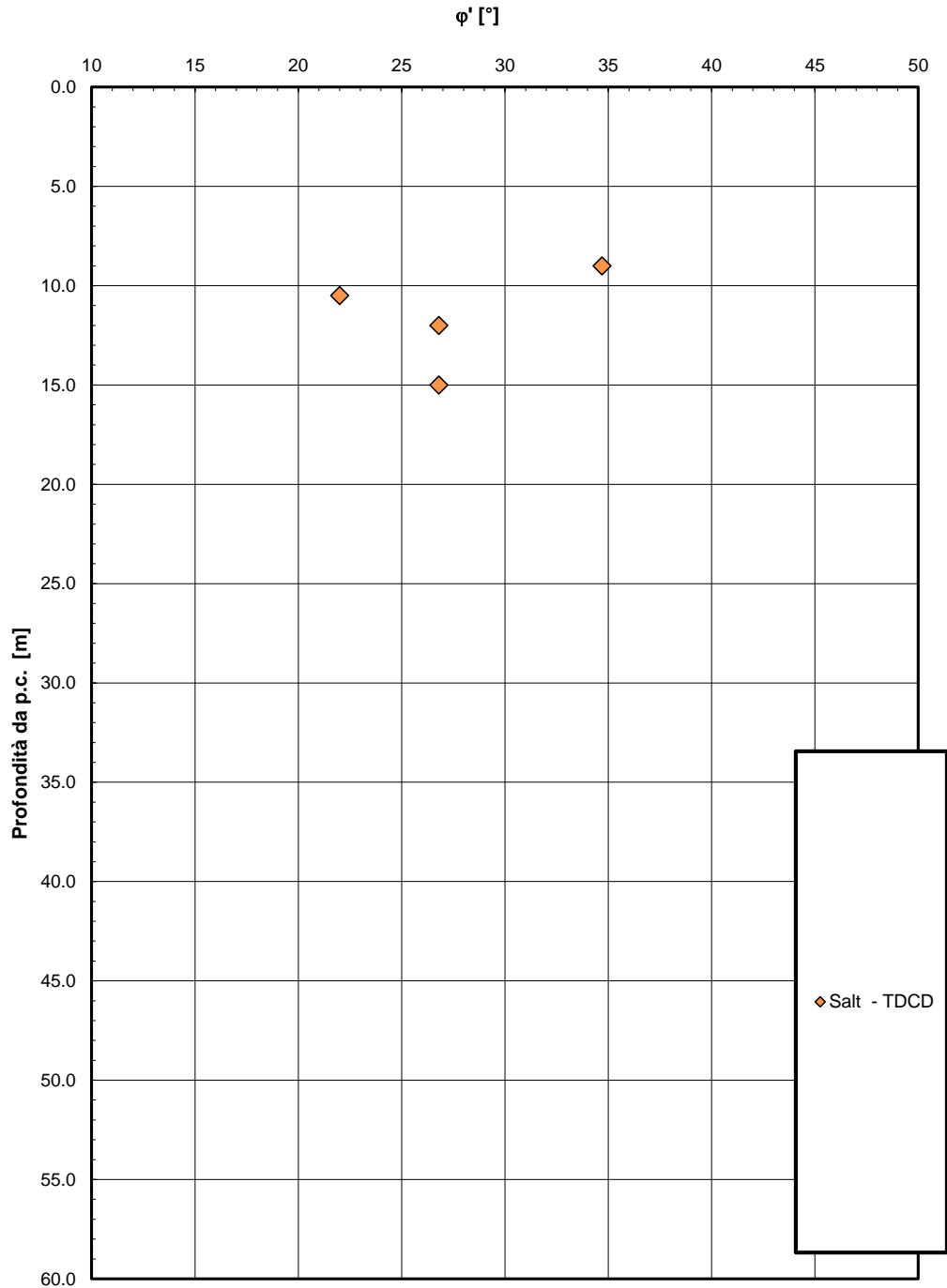


Figura 70 – Andamento della resistenza al taglio con la profondità – Unità Salt

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 131 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

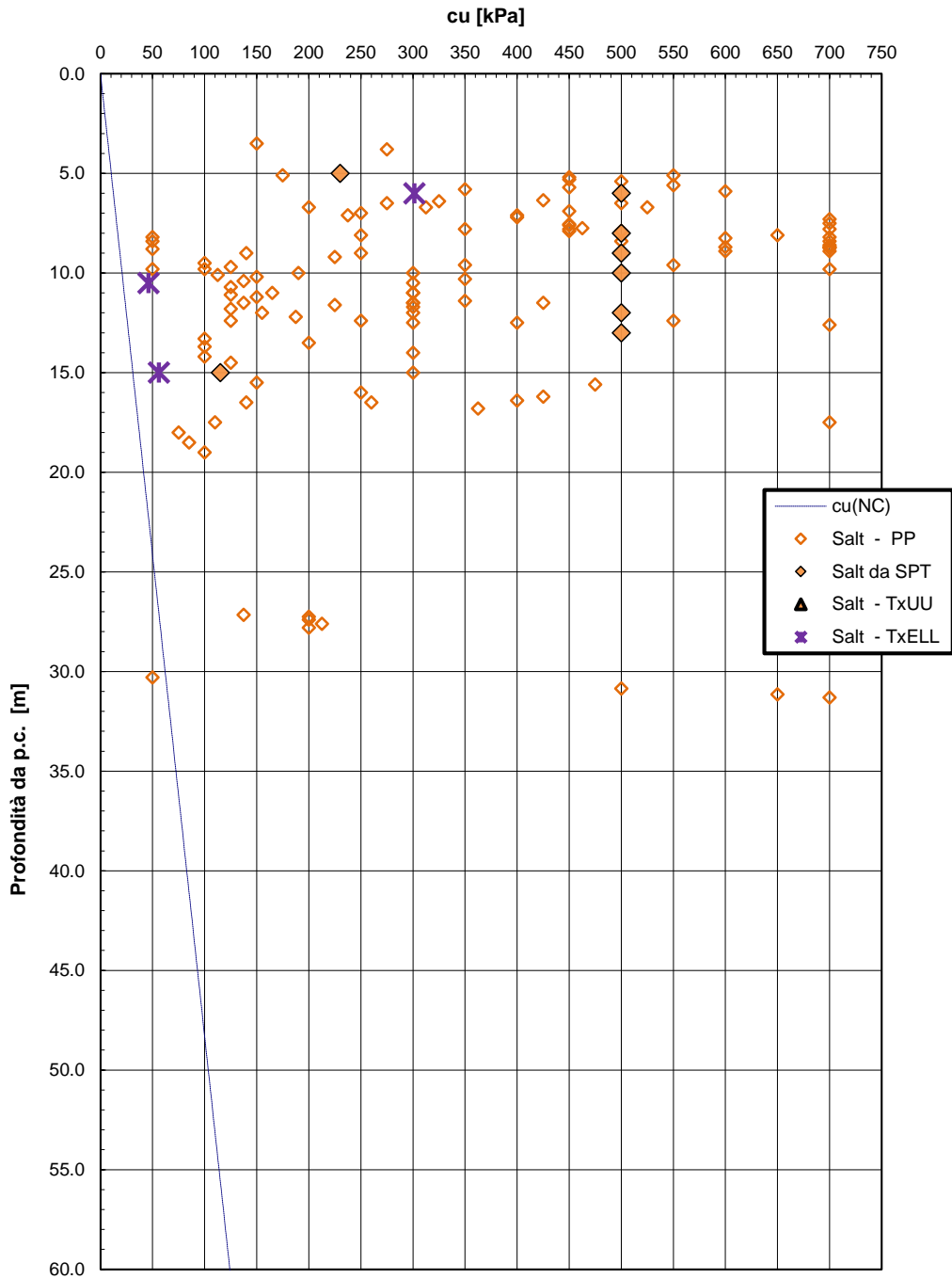


Figura 71 – Resistenza al taglio non drenata – Unità Salt

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 132 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

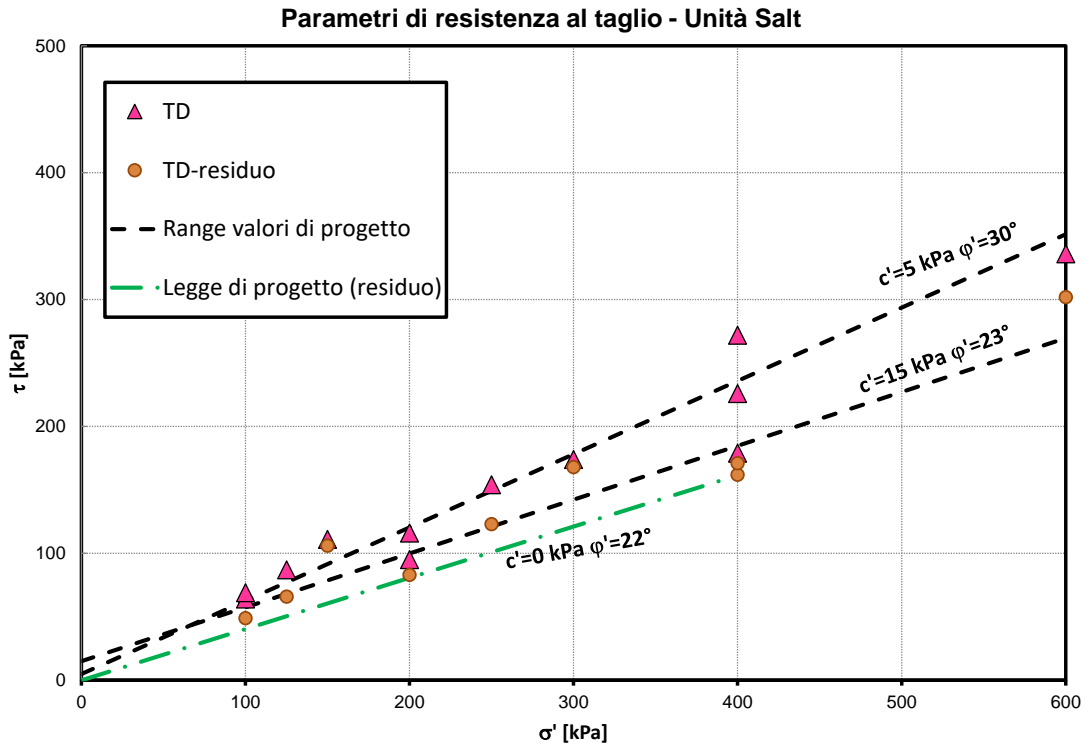


Figura 72 – Parametri di resistenza substrato alterato – unità Salt



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 133 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT**

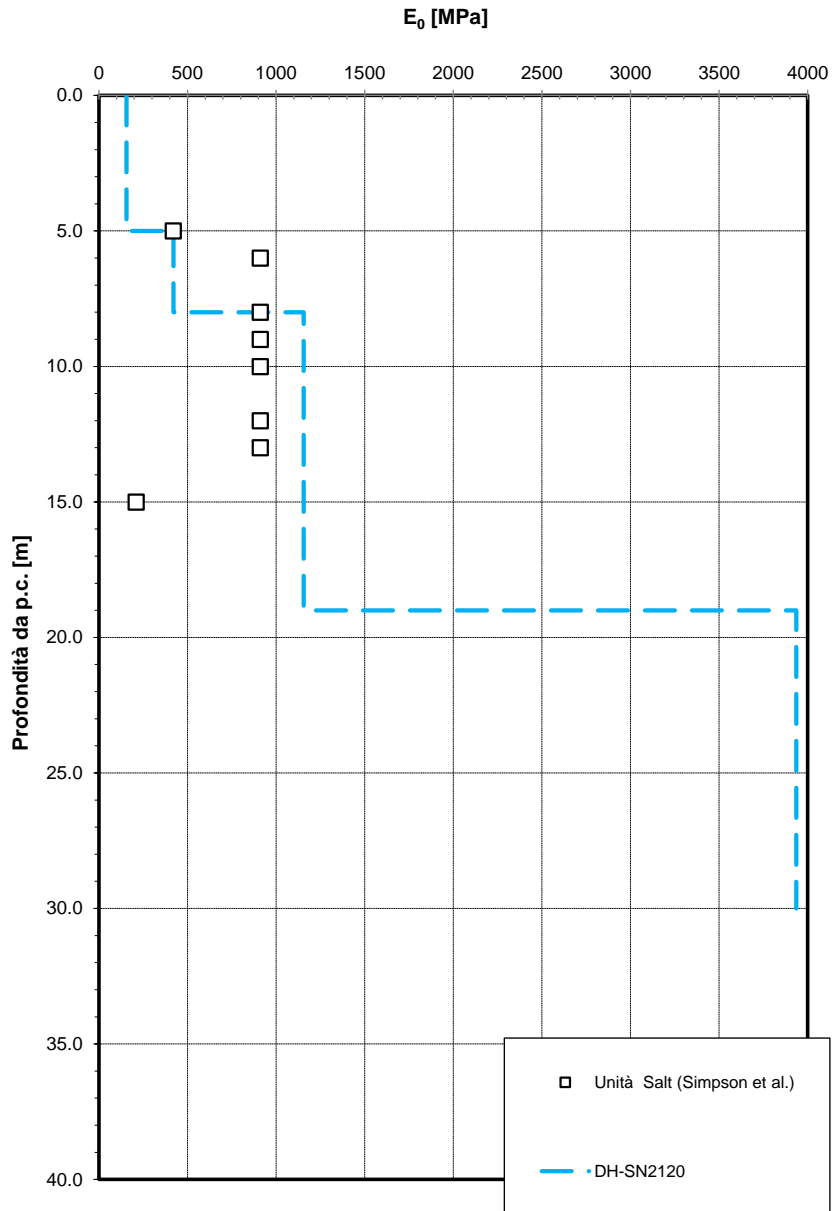


Figura 73- Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 134 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Peso di volume

$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]

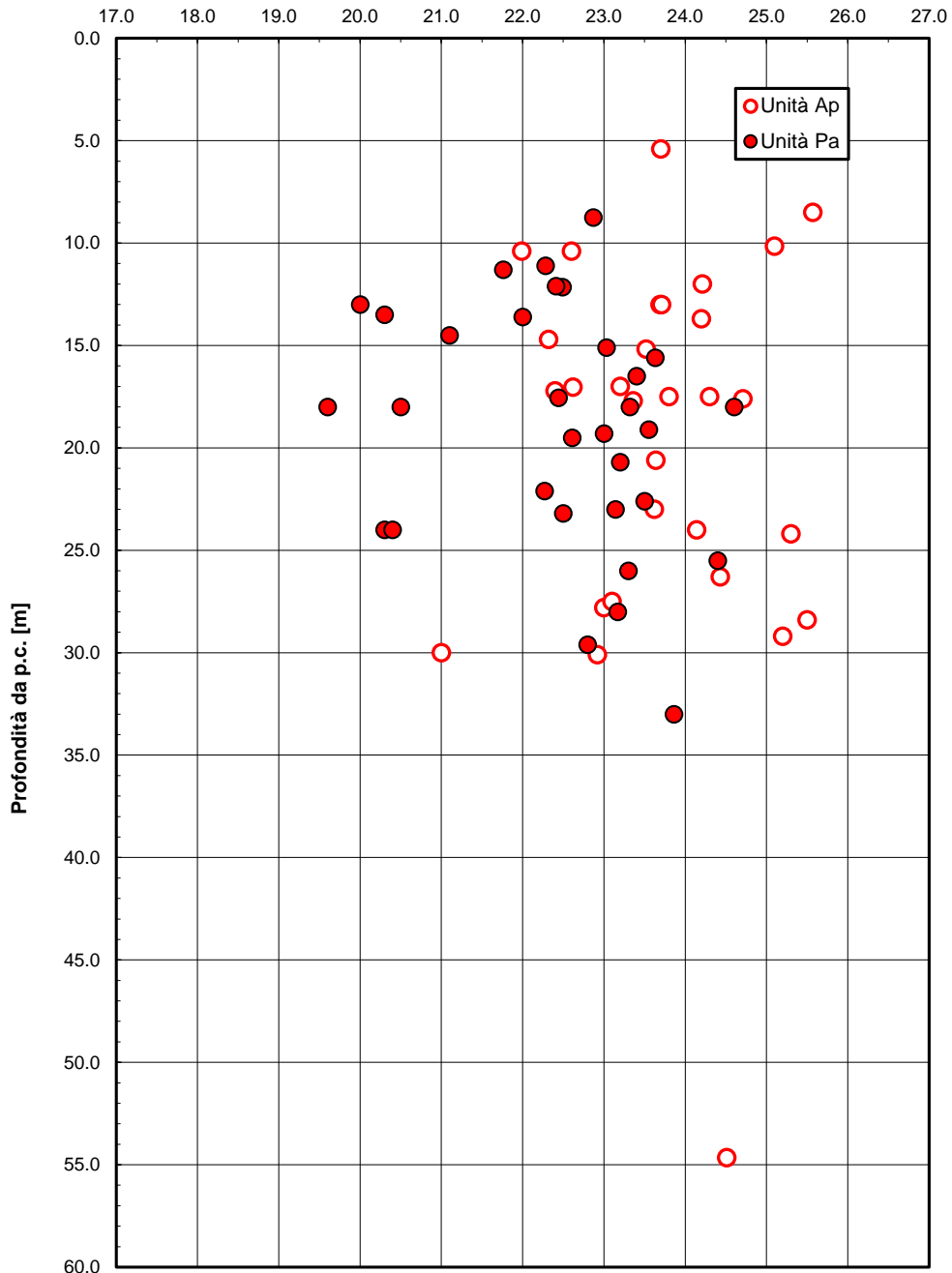


Figura 74 – Peso di volume naturale – Unità Ap e Pa

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 135 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Granulometria unità Pa

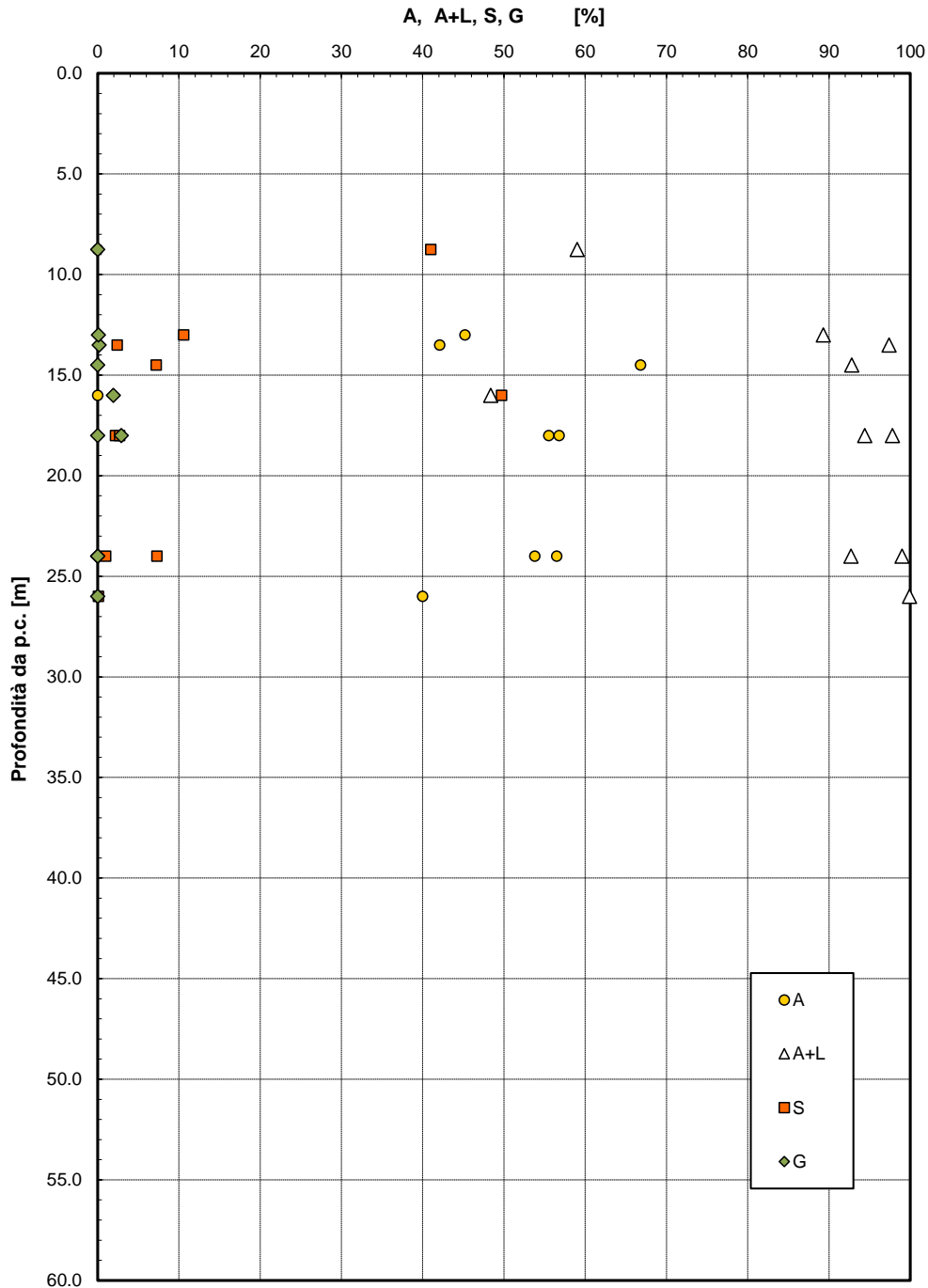


Figura 75 – Analisi granulometrica – Unità Pa

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 136 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Granulometria unità Ap

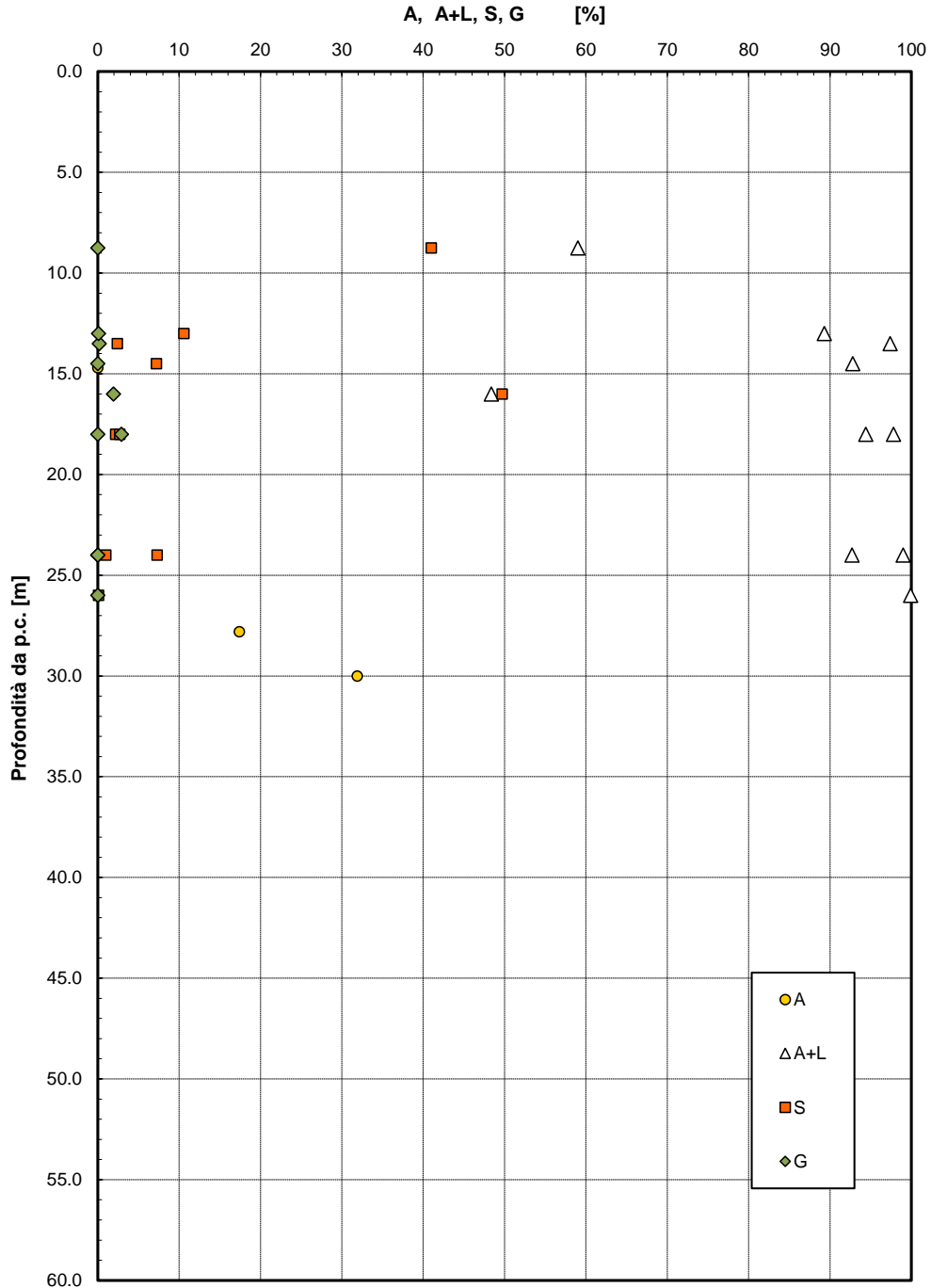


Figura 76– Analisi granulometrica – Unità Ap

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 137 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

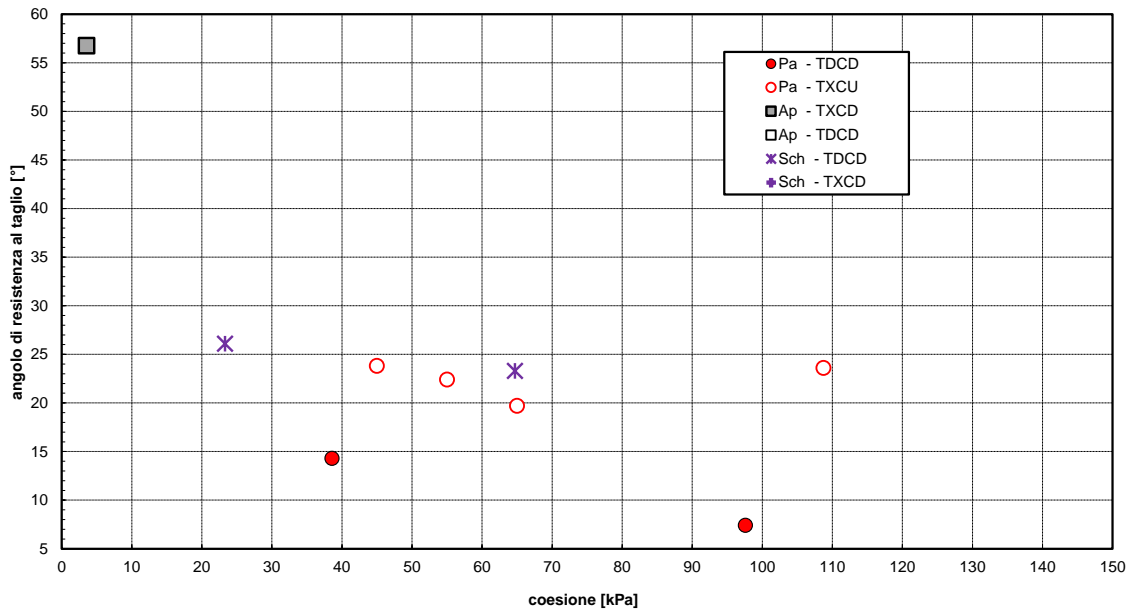


Figura 77 – Grafico correlazione  $c'$  e  $\phi'$  – Unità Pa e Ap

Parametri di resistenza al taglio Unità Pa

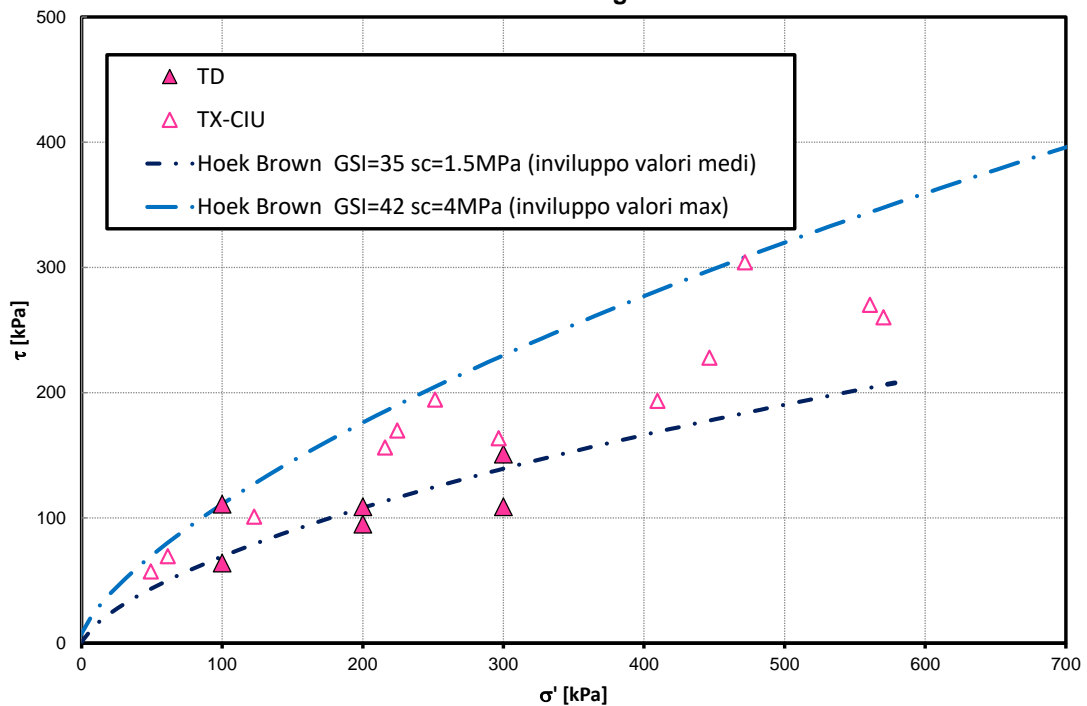


Figura 78 - Involupi di rottura Hoek & Brown – Unità Pa

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 138 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Resistenza a compressione monoassiale**

$\sigma_c$  [MPa]

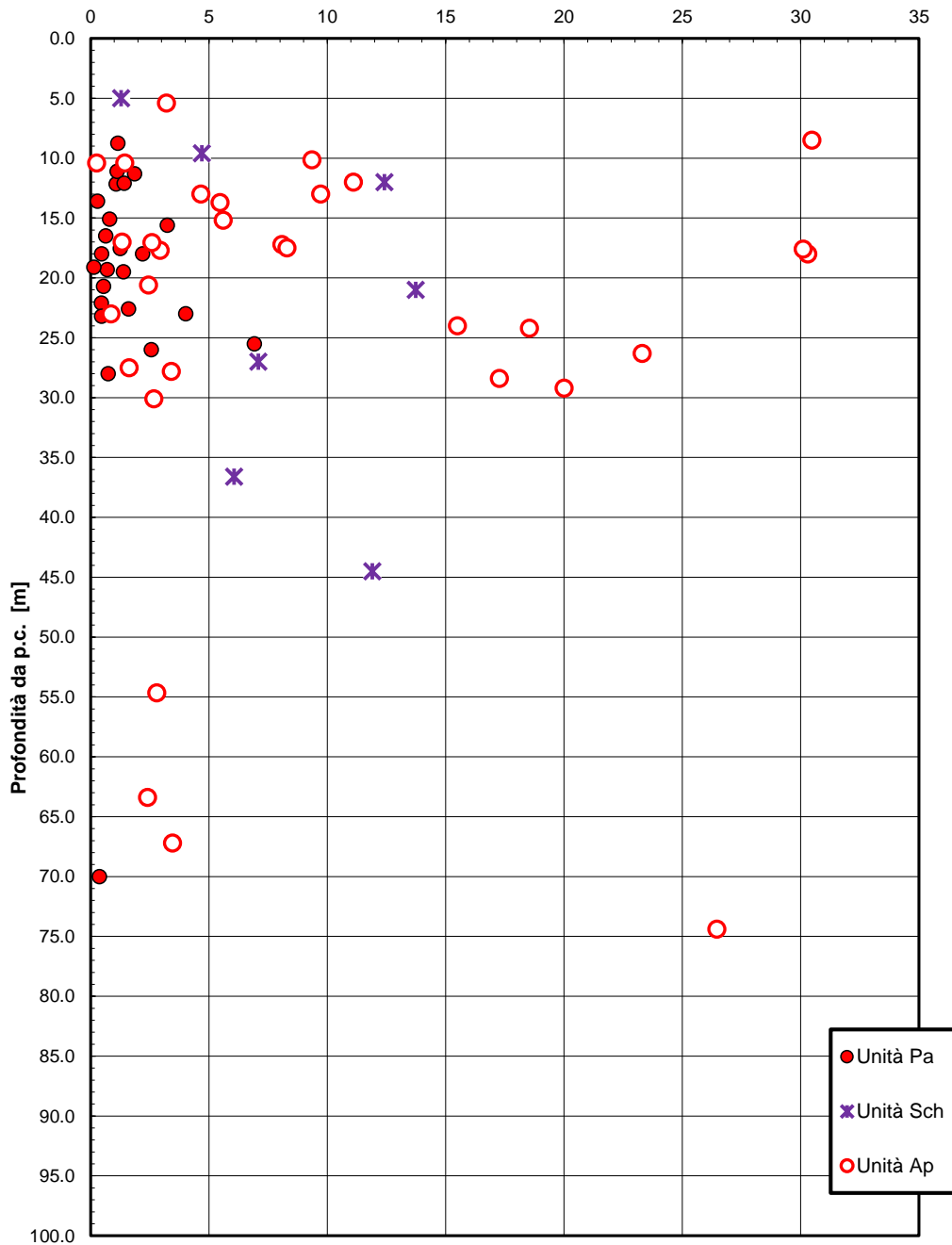


Figura 79 – Resistenza a compressione monoassiale – Unità Pa, Ap, Sch

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 139 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Hoek-Brown Classification**

sigci 1.5 MPa  
 GSI 35  
 mi 7  
 D 0.5  
 E 300 MPa  
 MR 200

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.317  
 s 0.0002  
 a 0.516

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes  
 sig3max 0.2838 MPa  
 Unit Weight 0.0225 MN/m3  
 Slope Height 20 m

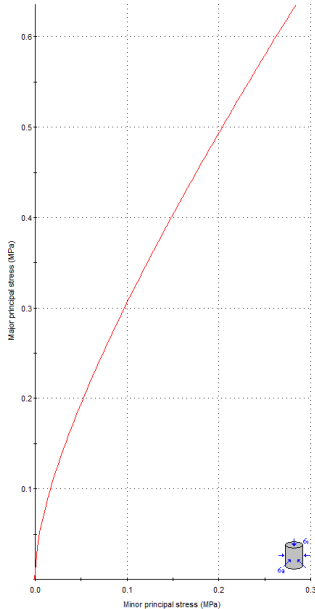
**Mohr-Coulomb Fit**

c 0.032 MPa  
 phi 19.51 deg

**Rock Mass Parameters**

sigf 0.061 MPa  
 sigpc 0.057 MPa  
 sigcm 0.164 MPa  
 Em 17.14 MPa

Copy Data  
[www.rockscience.com](http://www.rockscience.com)



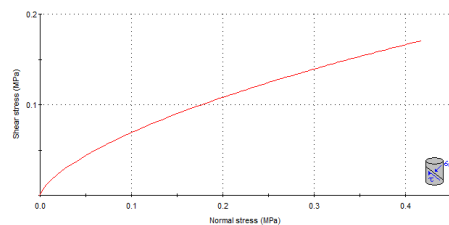
Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength (sigci) = 1.5 MPa  
 GSI = 35 mi = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
 intact modulus (E) = 300 MPa  
 modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
 mb = 0.317 s = 0.0002 a = 0.516

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.032 MPa friction angle = 19.51 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.001 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.017 MPa  
 global strength = 0.104 MPa  
 deformation modulus = 17.14 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength (sigci) = 4 MPa  
 GSI = 42 mi = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
 intact modulus (E) = 800 MPa  
 modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
 mb = 0.442 s = 0.0004 a = 0.510

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.073 MPa friction angle = 25.74 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.004 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.078 MPa  
 global strength = 0.341 MPa  
 deformation modulus = 69.78 MPa

**Hoek-Brown Classification**

sigci 4 MPa  
 GSI 42  
 mi 7  
 D 0.5  
 E 800 MPa  
 MR 200

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.442  
 s 0.0004  
 a 0.510

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes  
 sig3max 0.4571 MPa  
 Unit Weight 0.0225 MN/m3  
 Slope Height 30 m

**Mohr-Coulomb Fit**

c 0.073 MPa  
 phi 25.74 deg

**Rock Mass Parameters**

sigf 0.004 MPa  
 sigpc 0.078 MPa  
 sigcm 0.341 MPa  
 Em 69.78 MPa

Copy Data  
[www.rockscience.com](http://www.rockscience.com)

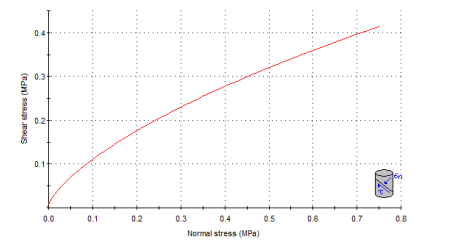
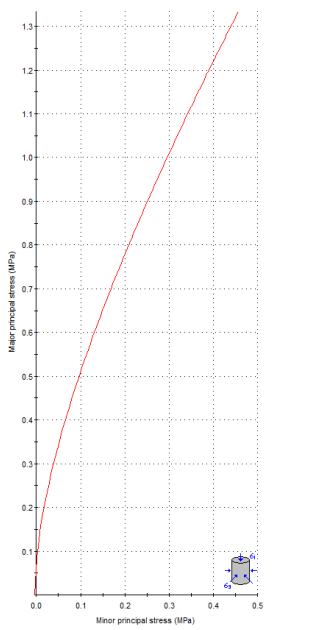


Figura 80 - Classificazione Hoek & Brown – Unità Pa

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 140 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Hoek-Brown Classification**

sigci 10 MPa  
GSI 40  
mi 7  
D 0.5  
Ei 2000 MPa  
MR 200

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.402  
s 0.0003  
a 0.511

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes  
sig3max 0.4352 MPa  
Unit Weight 0.0235 MN/m3  
Slope Height 25 m

**Mohr-Coulomb Fit**

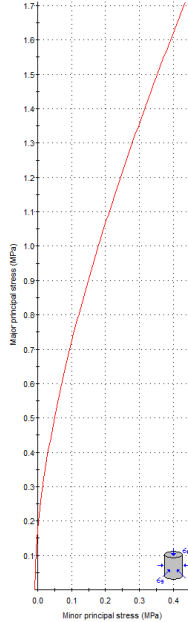
c 0.095 MPa  
phi 32.52 deg

**Rock Mass Parameters**

sigt -0.008 MPa  
sigc 0.167 MPa  
sigcm 0.805 MPa  
Em 153.79 MPa

Copy Data

www.rockscience.com



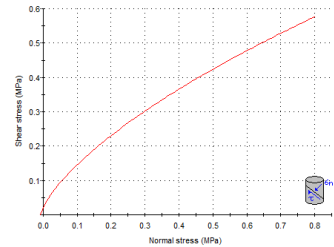
Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 10 MPa  
GSI = 40 mi = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
intact modulus (Ei) = 2000 MPa  
modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
mb = 0.402 s = 0.0003 a = 0.511

**Mohr-Coulomb Fit**  
cohesion = 0.095 MPa friction angle = 32.52 deg

**Rock Mass Parameters**  
tensile strength = -0.008 MPa  
uniaxial compressive strength = 0.167 MPa  
global strength = 0.805 MPa  
deformation modulus = 153.79 MPa



Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 10 MPa  
GSI = 40 mi = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
intact modulus (Ei) = 2000 MPa  
modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
mb = 0.402 s = 0.0003 a = 0.511

**Mohr-Coulomb Fit**  
cohesion = 0.141 MPa friction angle = 27.50 deg

**Rock Mass Parameters**  
tensile strength = -0.008 MPa  
uniaxial compressive strength = 0.167 MPa  
global strength = 0.805 MPa  
deformation modulus = 153.79 MPa

**Hoek-Brown Classification**

sigci 10 MPa  
GSI 40  
mi 7  
D 0.5  
Ei 2000 MPa  
MR 200

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.402  
s 0.0003  
a 0.511

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes  
sig3max 0.8177 MPa  
Unit Weight 0.0235 MN/m3  
Slope Height 50 m

**Mohr-Coulomb Fit**

c 0.141 MPa  
phi 27.50 deg

**Rock Mass Parameters**

sigt -0.008 MPa  
sigc 0.167 MPa  
sigcm 0.805 MPa  
Em 153.79 MPa

Copy Data

www.rockscience.com

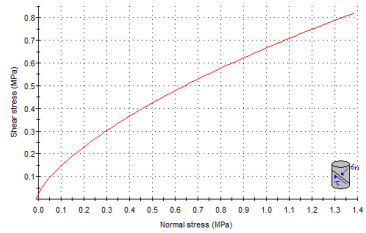
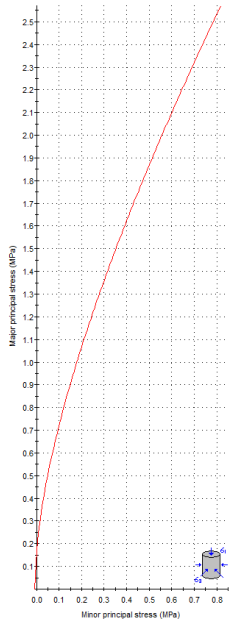


Figura 81 - Classificazione Hoek & Brown – Unità Ap



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 141 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Hoek-Brown Classification

sig<sub>0</sub> 10 MPa  
 GSI 40  
 m 7  
 D 0.5  
 E<sub>i</sub> 2000 MPa  
 MR 200

Hoek-Brown Criterion

mb 0.402  
 s 0.0003  
 a 0.511

Failure Envelope Range

Application: Slopes  
 sig<sub>3max</sub> 1.1826 MPa  
 Unit Weight 0.0235 MN/m<sup>3</sup>  
 Slope Height 75 m


Mohr-Coulomb Fit

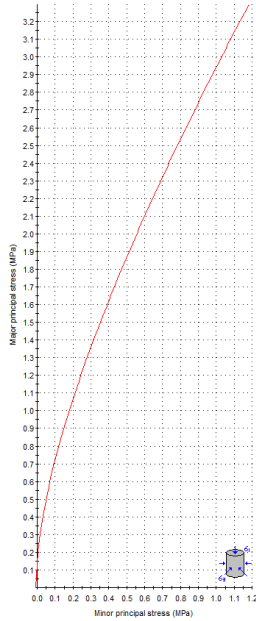
c 0.178 MPa  
 phi 24.69 deg

Rock Mass Parameters

sig<sub>f</sub> 0.008 MPa  
 sig<sub>c</sub> 0.167 MPa  
 sig<sub>cm</sub> 0.805 MPa  
 E<sub>m</sub> 153.79 MPa

Copy Data

  
www.rockscience.com



Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification  
 intact uniaxial comp. strength (sig<sub>0</sub>) = 10 MPa  
 GSI = 40 m = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
 intact modulus (E<sub>i</sub>) = 2000 MPa  
 modulus ratio (MR) = 200

Hoek-Brown Criterion  
 mb = 0.402 s = 0.0003 a = 0.511

Mohr-Coulomb fit  
 cohesion = 0.178 MPa friction angle = 24.69 deg

Rock Mass Parameters  
 tensile strength = -0.008 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.167 MPa  
 global strength = 0.805 MPa  
 deformation modulus = 153.79 MPa

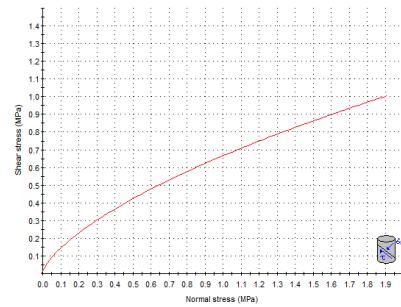


Figura 82 - Classificazione Hoek & Brown – Unità Ap

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 142 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

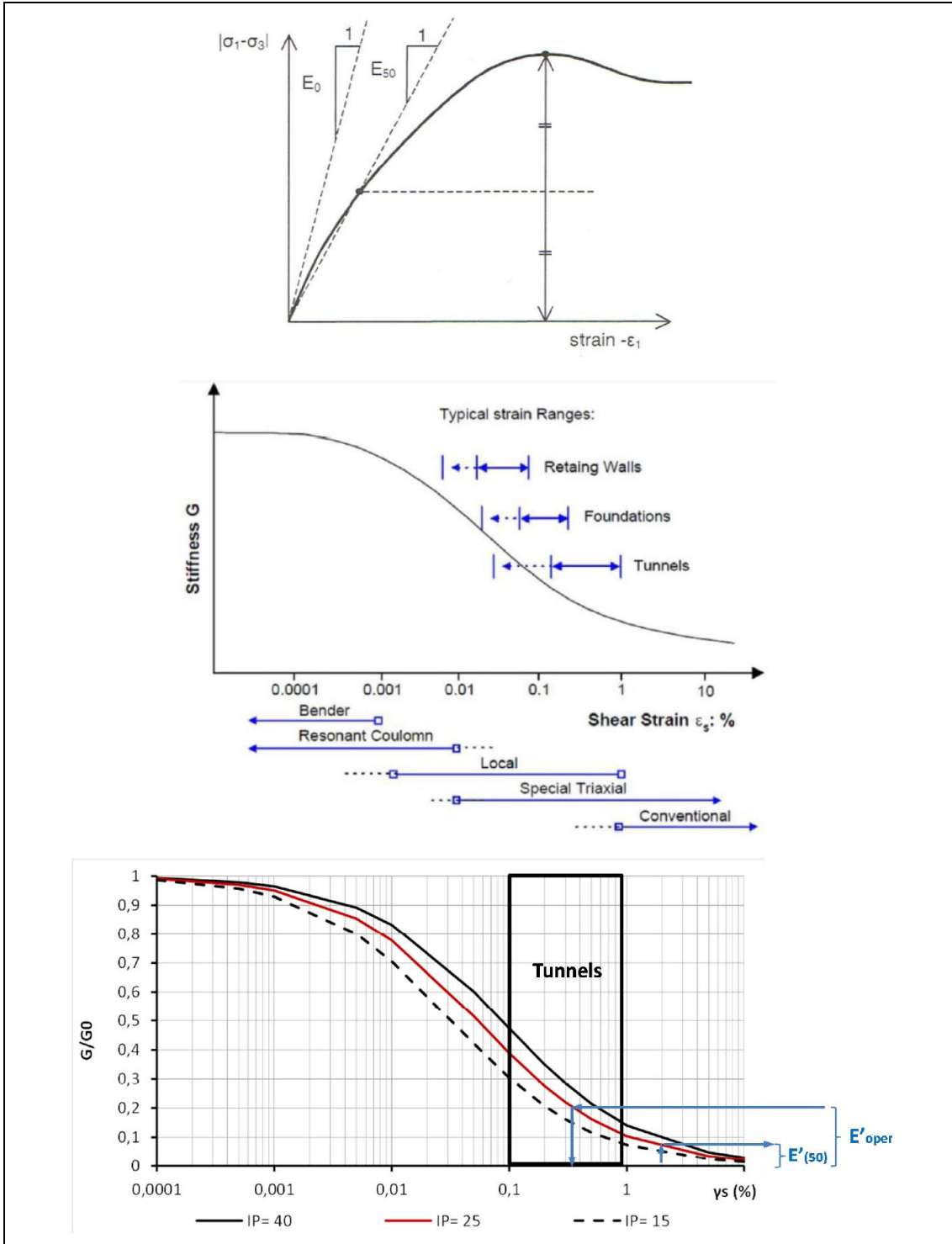


Figura 83 – Definizione di  $E_{50}$  e Curve di decadimento del modulo

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 143 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione elastico operativo - substrato**

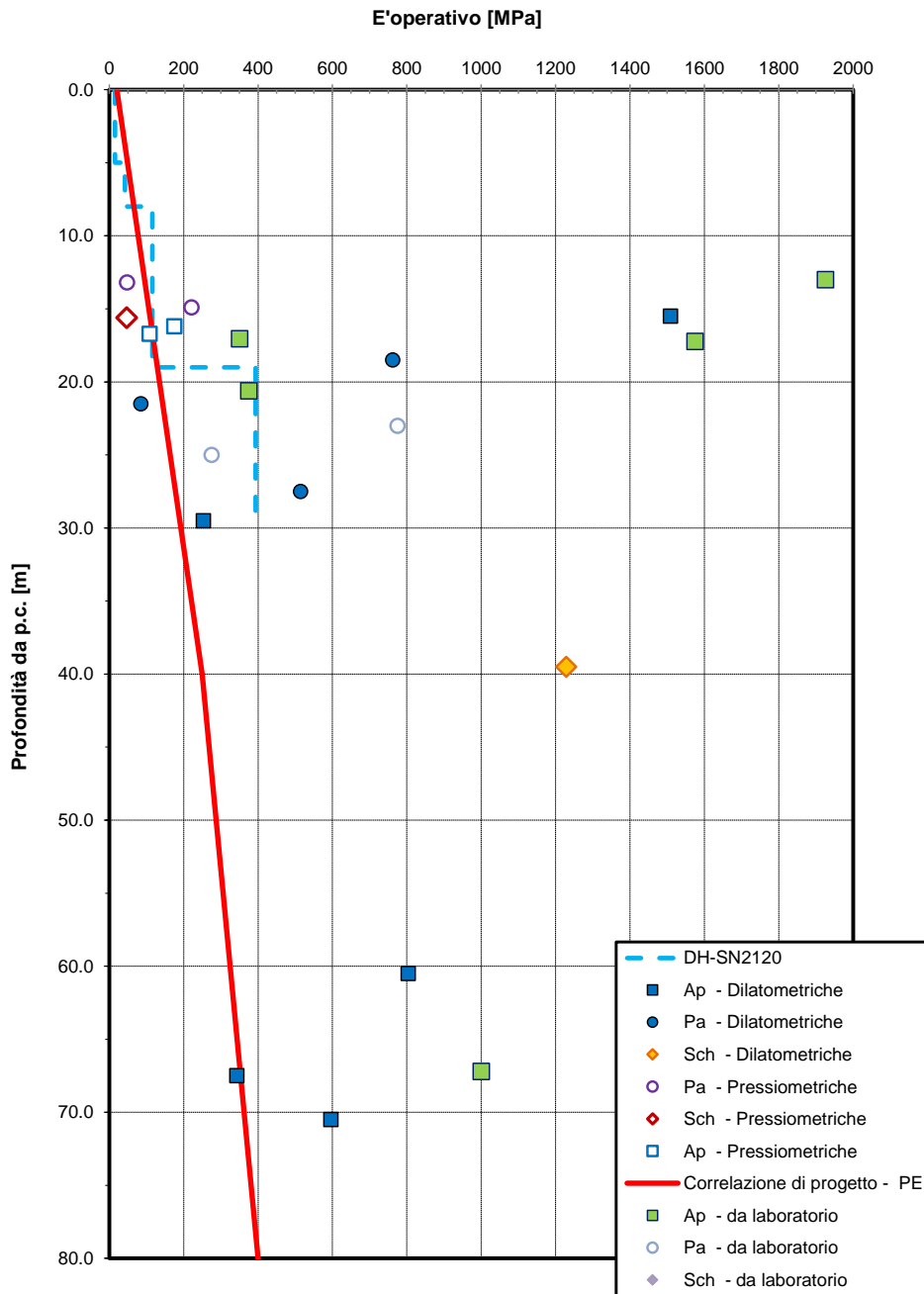


Figura 84 – Modulo di deformazione elastico operativo – Unità Pa, Ap, Sch

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 144 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Peso di volume

$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]

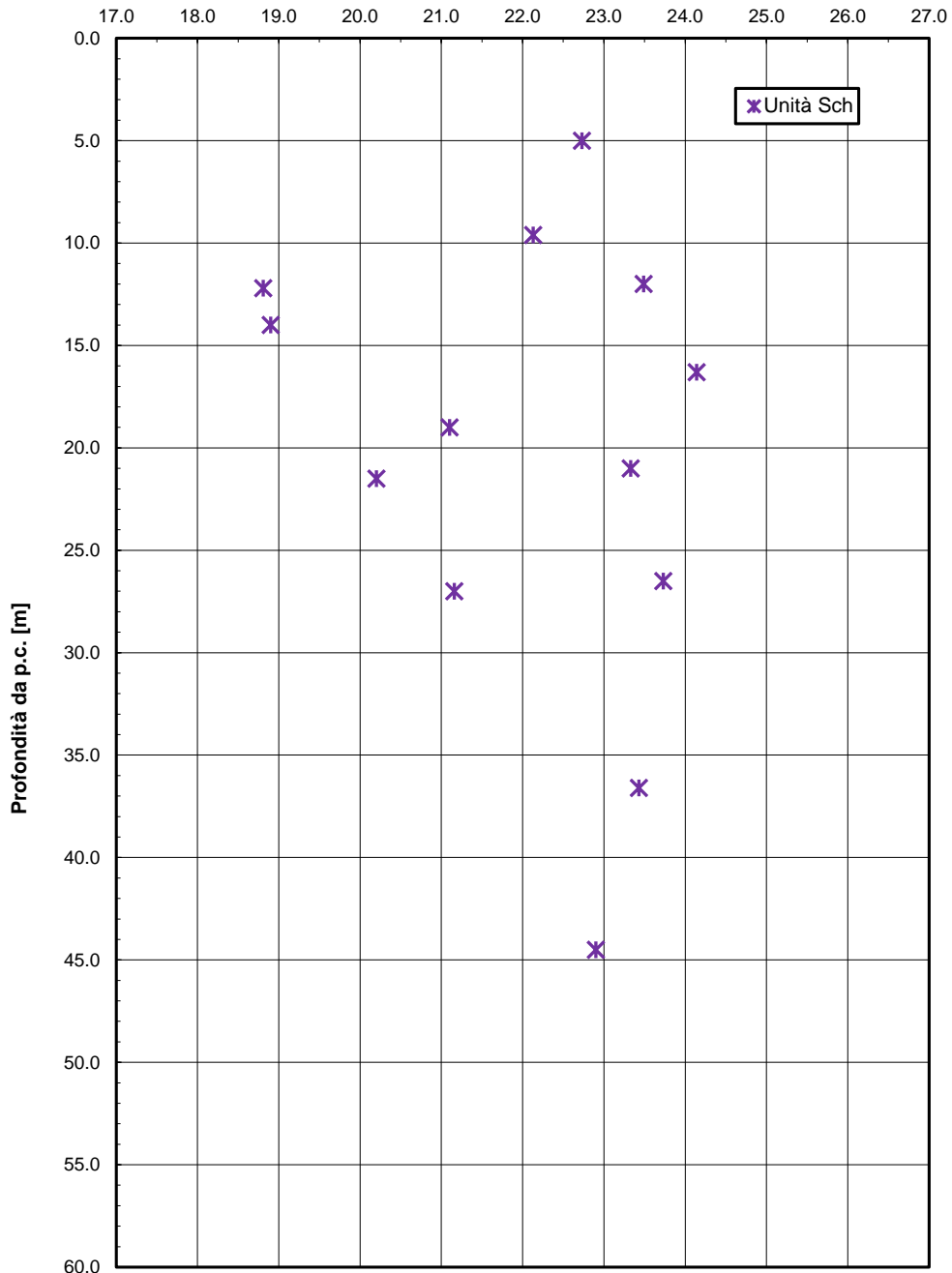


Figura 85 – Peso di volume naturale – Unità Sch

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 145 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

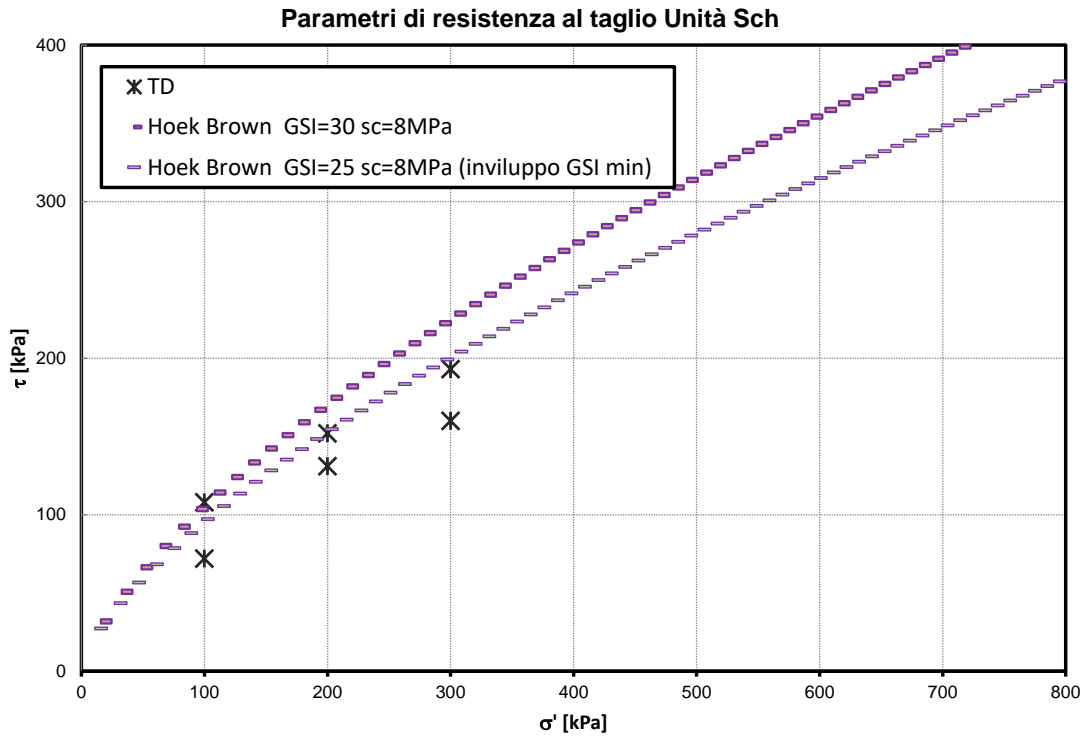


Figura 86 – Involuppi di rottura Hoek & Brown – unità Sch

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 146 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Hoek-Brown Classification**

sigci 6 MPa

GSI 30

m 7

D 0.5

Ei 1600 MPa

MR 200

---

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.250

s 0.0001

a 0.522

---

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes

sig3max 0.3187 MPa

Unit Weight 0.022 MN/m3

Slope Height 20 m

---

**Mohr-Coulomb Fit**

c 0.065 MPa

phi 28.59 deg

---

**Rock Mass Parameters**


sigt 0.003 MPa

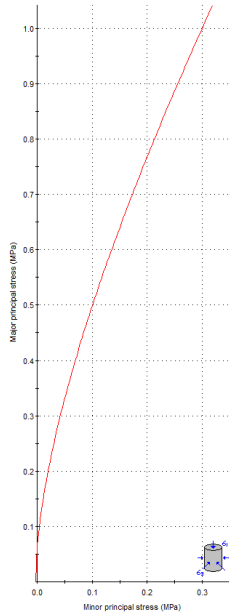
sigc 0.061 MPa

sigcm 0.470 MPa

Em 70.42 MPa

Copy Data

  
www.rocscience.com



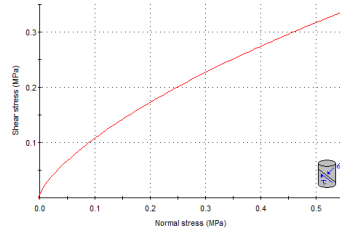
Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 0 MPa  
GSI = 30 m = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
intact modulus (Ei) = 1600 MPa  
modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
mb = 0.250 s = 0.0001 a = 0.522

**Mohr-Coulomb Fit**  
cohesion = 0.065 MPa friction angle = 28.59 deg

**Rock Mass Parameters**  
tensile strength = -0.003 MPa  
uniaxial compressive strength = 0.061 MPa  
global strength = 0.470 MPa  
deformation modulus = 70.42 MPa



**Hoek-Brown Classification**

sigci 0 MPa

GSI 30

m 7

D 0.5

Ei 1600 MPa

MR 200

---

**Hoek-Brown Criterion**

mb 0.250

s 0.0001

a 0.522

---

**Failure Envelope Range**

Application: Slopes

sig3max 0.7336 MPa

Unit Weight 0.022 MN/m3

Slope Height 50 m

---

**Mohr-Coulomb Fit**

c 0.094 MPa

phi 22.45 deg

---

**Rock Mass Parameters**


sigt 0.003 MPa

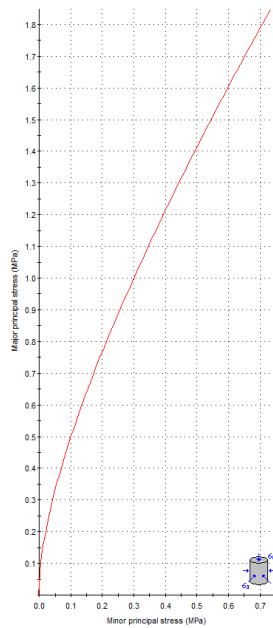
sigc 0.061 MPa

sigcm 0.470 MPa

Em 70.42 MPa

Copy Data

  
www.rocscience.com



Analysis of Rock Strength using RocLab

**Hoek-Brown Classification**  
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 0 MPa  
GSI = 30 m = 7 Disturbance factor (D) = 0.5  
intact modulus (Ei) = 1600 MPa  
modulus ratio (MR) = 200

**Hoek-Brown Criterion**  
mb = 0.250 s = 0.0001 a = 0.522

**Mohr-Coulomb Fit**  
cohesion = 0.094 MPa friction angle = 22.45 deg

**Rock Mass Parameters**  
tensile strength = -0.003 MPa  
uniaxial compressive strength = 0.061 MPa  
global strength = 0.470 MPa  
deformation modulus = 70.42 MPa

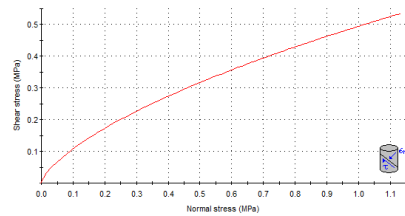


Figura 87 - Classificazione Hoek & Brown – Unità Sch

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 147 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Hoek-Brown Classification

sig0 6 MPa

GSI 25

m 7

D 0.5

Ei 1800 MPa

MR 200

Hoek-Brown Criterion

mb 0.197

s 4.54e-5

a 0.531

Failure Envelope Range

Application: Slopes

sig3max 0.7218 MPa

Unit Weight 0.022 MN/m3

Slope Height 50 m

Mohr-Coulomb Fit

c 0.080 MPa

phi 20.39 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.002 MPa

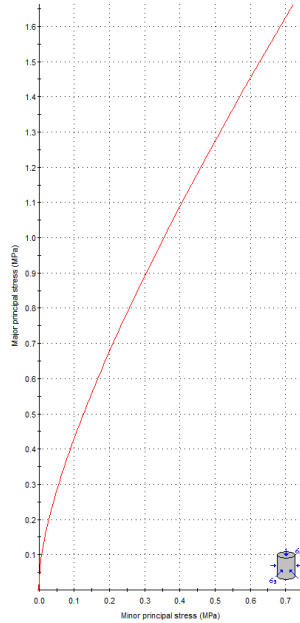
sigc 0.039 MPa

sigcm 0.392 MPa

Em 56.67 MPa

Copy Data

Science  
www.tccscience.com



Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification  
 intact uniaxial comp. strength (sigci) = 6 MPa  
 GSI = 25    mi = 7    Disturbance factor (D) = 0.5  
 intact modulus (Ei) = 1800 MPa  
 modulus ratio (MR) = 200

Hoek-Brown Criterion  
 mb = 0.197    s = 4.54e-5    a = 0.531

Mohr-Coulomb Fit  
 cohesion = 0.080 MPa    friction angle = 20.39 deg

Rock Mass Parameters  
 tensile strength = -0.002 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.039 MPa  
 global strength = 0.392 MPa  
 deformation modulus = 56.67 MPa

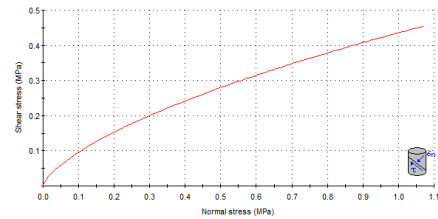


Figura 88 - Classificazione Hoek & Brown – Unità Sch

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**  
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 148 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sond.	Profondità [m]		sc [Mpa]	P1	RQD %	P2	P3	condizioni discontinuità					P4	venute acqua	P5	P6	RMR	GSI	Unità
	da	a						continuità	apertura	scabrezza	riempimento	alterazione							
S38	50.00	55.50	2.8	1	80	17	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Ap
S38	55.50	62.50	2.4	1	70	13	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	38	33	Ap
S38	68.00	72.00	0.4	0	95	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	44	39	Pa
S39	13.00	20.00	0.13	0	40	8	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	34	29	Pa
S41	5.00	10.00	1.3	1	60	13	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	38	33	Sch
S41	10.00	16.00	12.4	2	65	13	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	39	34	Sch
S41	19.00	21.70	13.7	2	65	13	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	39	34	Sch
S41	26.00	30.00	7.1	2	75	17	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Sch
S28	15.00	16.50	0.64	0	35	13	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	34	29	Pa
S28	16.50	20.00	0.70	0	90	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	41	36	Pa
S28	20.00	24.00	1.60	1	95	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Pa
S28	24.00	27.00	6.92	2	75	17	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	40	35	Pa
S28	27.00	30.00	20.00	2	94	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Ap
S29	10.15	20.00	9.35	2	70	13	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	36	31	Ap
S29	22.00	25.00	18.54	2	96	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Ap
S29	25.00	29.00	2.56	1	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Pa
S29	29.00	30.00	17.27	2	91	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Ap
S30	20.70	22.00	0.55	0	75	13	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	34	29	Pa
S30	27.50	30.00	3.41	1	100	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Ap
S34	13.60	15.50	0.29	0	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	41	36	Pa
S34	17.50	20.00	0.46	0	99	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	41	36	Pa
S36	5.00	7.00	3.21	1	99	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Ap
S36	9.50	12.00	1.45	1	96	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Ap
S36	15.00	18.00	1.33	1	95	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Ap
S36	23.00	25.00	0.47	0	64	13	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	34	29	Pa
A1.3	13.40	21.00	2.45	1	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	15	-5	55	50	Ap
A1.3	21.00	25.00	0.86	0	90	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	44	39	Ap
A2.3	16.00	17.00	2.59	1	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	15	-5	55	50	Ap
A2.3	13.00	16.00	9.72	2	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	15	-5	56	51	Ap
A2.3	16.00	18.00	8.08	2	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	15	-5	56	51	Ap
A4.3	70.00	77.00	26.46	4	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	50	45	Ap
A5.3	66.00	78.00	3.46	2	80	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	46	41	Ap
A7.3	23.00	25.00	4.02	2	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Pa
A9.3	42.00	45.00	11.9	2	55	13	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	36	31	Sch
A10.3	30.00	38.00	6.06	2	70	13	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	39	34	Sch
X3.3	6.20	9.70	1.155	1	90	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	45	40	Pa
X3.3	9.70	14.00	4.66	1	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	47	42	Ap
X3.3	14.00	17.00	3.24	1	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	47	42	Pa
X3.5	14.70	17.40	5.6	2	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Ap
X3.7	17.00	20.00	2.2	1	90	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Pa
X3.9	24.00	27.00	23.3	2	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	48	43	Ap
X3.10	13.00	15.00	5.5	2	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	43	38	Ap
X3.12	12.00	17.00	1.08	1	80	20	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	42	37	Pa
X3.14	12.00	14.00	11.1	2	50	8	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	31	26	Ap
X3.14	17.00	20.00	30.3	4	90	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	48	43	Ap
X3.16	13.00	19.00	30.1	4	90	20	8	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	48	43	Ap
X3.18	11.00	14.00	1.1	1	60	7	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	29	24	Pa
X3.18	17.00	20.00	1.3	1	60	7	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	29	24	Pa
X3.20	10.00	13.00	1.86	1	60	7	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	29	24	Pa
X3.22	22.50	25.00	15.5	2	90	20	10	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	48	43	Ap
X4.6	9.00	11.00	4.7	1	50	8	5	2	4	3	2	3	14	no	7	-5	30	25	Sch

Figura 89 – Classificazione RMR, GSI



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 149 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 5.13 FALDA

Nel profilo stratigrafico longitudinale è stato rappresentato il livello di falda massimo lungo il tracciato, desunto da tutte le letture piezometriche a disposizione.

I sondaggi (S31, S32, S33, S34, BH17 e BH18) e la penetrometria P24 individuano terreni a permeabilità alta e medio-alta e formazioni rocciose a permeabilità bassa. I dati piezometrici vengono riportati nella tabella seguente.

Sondaggio n°	Tipo Piezometro	Profondità installazione (m)	Data	Livello falda (m da p.c.)
31	tubo aperto	35	02.12.02	13.41
31	tubo aperto	35	13.12.02	13.11
31	tubo aperto	35	11.01.03	10.45
31	tubo aperto	35	25.01.03	10.11
33	tubo aperto	40	02.12.02	24.01
33	tubo aperto	40	13.12.02	22.52
33	tubo aperto	40	11.01.03	22.43
33	tubo aperto	40	25.01.03	22.84
34	tubo aperto	30	13.12.02	7.86
34	tubo aperto	30	11.01.03	6.48
34	tubo aperto	30	25.01.03	6.43
BH17	tubo aperto	25	29.12.04	5.40
BH18	tubo aperto	25	29.12.04	10.13
BH8	tubo aperto	25	07.12.04	6.73
BH8	tubo aperto	25	29.12.04	6.70
38	tubo aperto	30	13.12.02	9.91
38	tubo aperto	30	11.12.03	12.32
38	tubo aperto	30	25.01.03	12.72
BH9	tubo aperto	25	07.12.04	7.63
BH9	tubo aperto	25	29.12.04	7.60
BH10	tubo aperto	25	07.12.04	6.20
BH10	tubo aperto	25	29.12.04	6.18
BH11	tubo aperto	25	29.12.04	1.30
BH12	tubo aperto	25	29.12.04	4.72

Dal sondaggio 36 e dalla prova penetrometrica P25 si denotano terreni con alta permeabilità; inoltre risulta un livello di falda pari a 1.5m. A seguire si riportano i valori piezometrici del sondaggio 36.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 150 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sondaggio n°	Tipo piezometro	Profondità installazione(m)	data	livello falda (m)
36	tubo aperto	30	25/11/2002	1.2
36	tubo aperto	30	30/11/2002	1.35
36	tubo aperto	30	13/12/02	0.96**
36	tubo aperto	30	11/1/2003	0.97
36	tubo aperto	30	25/1/2003	1.21

\*\* pozzetto con acqua, con tracce di esondabilità del fosso limitrofo.

Le prove penetrometriche effettuate (P26, P27, P28 e P29) mettono in risalto la presenza di materiali da permeabili a molto permeabili. La prova 28 individua il livello freatico a 6,2 m, mentre la 29 a 4,8 m. La penetrometria 29 indica il livello di falda ad una profondità di 4,8m.

Sondaggio n°	Tipo piezometro	Profondità installazione(m)	data	livello falda (m)
40	tubo aperto	30	18/11/2002	3.68
40	tubo aperto	30	22/11/2002	3.55
40	tubo aperto	30	28/11/2002	3.6
40	tubo aperto	30	2/12/2002	3.62
40	tubo aperto	30	13/12/2002	2.5
40	tubo aperto	30	11/1/2003	2.85
40	tubo aperto	30	25/1/2003	3.21
41	tubo aperto	30	2/12/2002	1.38
41	tubo aperto	30	13/12/2002	0.61**
41	tubo aperto	30	11/1/2003	0.73
41	tubo aperto	30	25/1/2003	0.74

\*\* pozzetto con acqua, con tracce di esondabilità del fosso limitrofo.

Seguono i valori di falda misurati in corrispondenza del sondaggio 53:

Sondaggio n°	Tipo piezometro	Profondità installazione(m)	data	livello falda (m)
53	tubo aperto	35	2/12/2002	8.82
53	tubo aperto	35	13/12/2002	4.44
53	tubo aperto	35	11/1/2003	4.37
53	tubo aperto	35	25/1/2003	6.64

Nella seguente tabella sono sintetizzati i livelli massimi di falda rilevati nelle strumentazioni installate nel 2006-2007.

Piezometro	Livello falda (m da p.c.)
SN2226bis	CC1=0.0; CC2: 1.4
SN2238bis	1.7
SN2242bis	1.4
SN2244bis	0.3

Nella seguente tabella sono sintetizzati i livelli massimi di falda rilevati nelle strumentazioni installate nel 2017 (disponibili 4 letture da maggio 2017 a settembre 2020).

Piezometro	Livello falda (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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 151 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

X3.3	1.8
X3.4	3.8
X3.5	3.7
X3.6	12.0
X3.7bis	1.8
X3.10	0.8
X3.13	2.7
X3.14	8.4
X3.17	18.5
X3.18	7.6
X3.19bis	4.7
X3.20	8.0
X4.1	6.9
X4.3	4.1
X4.4bis	5.6
X4.5	2.5
X4.6	5.7

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 152 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I risultati dello studio di pericolosità sono forniti, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km) e nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$ , del periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T_c^*$ ;
- per diverse probabilità di superamento in 75 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 45 e 1462 anni, estremi inclusi.

Pertanto, per individuare, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{V_R}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Infatti, fissata la vita di riferimento  $V_R, T_R$  è esprimibile in funzione di  $P_{V_R}$  mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

La vita di riferimento è calcolata come:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove  $V_N$  è la vita nominale dell'opera e  $C_U$  la classe d'uso.

Per il tracciato in progetto si assume:  $V_N=50$  anni e  $C_U=1.5$  (classe d'uso III).

Nota l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido  $a_g$ , l'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata sulla base della risposta sismica locale:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove  $S_S$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione stratigrafica,  $S_T$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione topografica.

Nel seguito viene definita la categoria di sottosuolo e le azioni sismiche di progetto.

### 6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

La classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita principalmente sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, da cui si può ricavare il parametro  $V_{s,30}$  mediante la relazione:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 153 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Lungo il tracciato sono state eseguite 15 indagini sismiche tipo Masw per la misura delle onde di taglio ( $V_s$ ) nella campagna integrativa del 2020. Inoltre sono disponibili i risultati di due sismiche Down Hole eseguite in foro di sondaggio nella campagna del 2006/2007: DH-SN2133 posizionata lungo la SP256 e DH-2120 ubicata nell'adiacente lotto 2, comunque interessata da stesse formazioni geotecniche (vedasi Figura 90). Quindi la ricostruzione della categoria di sottosuolo sismica è stata eseguita sulla base dei risultati di  $V_{s,30}$  delle indagini Masw, DH ed in sub-ordine in base ai valori  $c_u$  e  $N_{spt}$  con la profondità eseguiti in foro di sondaggio (come previsto da NTC 2008, vedasi Tabella 23).

Tabella 23 – Categorie di sottosuolo (tabella 3.2.II NTC 2008)

<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{spt,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{spt,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>

Nella seguente Tabella 24 si sintetizzano i risultati delle indagini sismiche.

Tabella 24 – Risultati indagini sismiche

Prova	$V_{s,30}$ (m/s)	Categoria sottosuolo sismica
Masw 1	310	C
Masw 2	365	C (assunzione cautelativa)
Masw 3	274	C
Masw 4	359	C
Masw 5	274	C
Masw 6	370	B
Masw 7	486	B
Masw 8	548	B
Masw 9	469	B
Masw 10	371	B
Masw 11	354	C
Masw 12	223	C
Masw 13	398	B
Masw 14	323	C
Masw 15	412	B
DH-SN2133	770	B
DH-SN2120	404	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 154 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

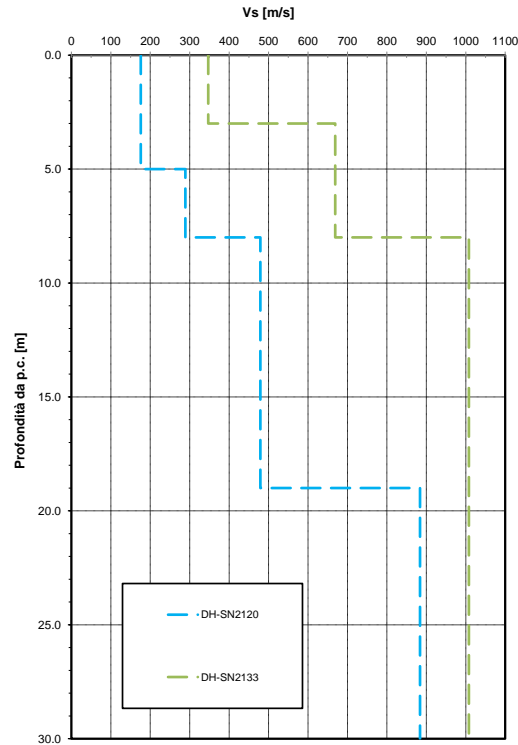


Figura 90 – Vs da prove Down-Hole

Nella seguente tabella si sintetizzano le categorie di sottosuolo sismiche di progetto lungo il tracciato principale e lungo la SP256: si alternano categorie di sottosuolo tipo C e B. Generalmente la categoria tipo C si ha in corrispondenza delle zone con maggiore spessore di copertura di terreno alluvionale/ eluvio colluviale e in zone con frane.

Tabella 25 – Categoria di sottosuolo sismica in funzione della progressiva chilometrica

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Categoria sottosuolo sismica
0+000	2+860	C
2+860	5+340	B
5+340	9+000	C
9+000	9+500	B
9+500	9+630	C
9+630	9+800	B
9+800	13+118	C
-----	-----	-----
0+000 SP256	0+300 SP256	C
0+300 SP256	2+200 SP256	B
2+200 SP256	2+500 SP256	C
2+500 SP256	3+000 SP256	B
3+000 SP256	4+250 SP256	C

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 155 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 6.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Per il sito in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti, si ha:

- accelerazioni massime attese al piano campagna sono pari a  $a_{max} = 0.250$  g per zona con categoria tipo B.
- accelerazioni massime attese al piano campagna sono pari a  $a_{max} = 0.288$  g per zona con categoria tipo C.

Tabella 26 – Localizzazione sito

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

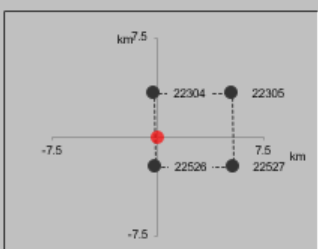
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**




**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta



Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 156 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

#### Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

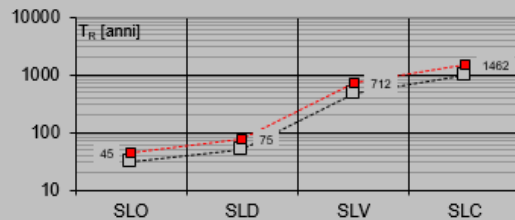
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{V_R} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{V_R} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{V_R} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{V_R} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

#### Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

#### Strategia di progettazione



#### LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- .....■..... Strategia scelta

INTRO

FASE 1

**FASE 2**

FASE 3



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 157 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tabella 27 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV – categoria sismica tipo B

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato SLV info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo B info       $S_s =$  1.190       $C_c =$  1.371 info

Categoria topografica T1 info       $h/H =$  0.000       $S_T =$  1.000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**

Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) 5       $\eta =$  1.000 info

Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_0$  3      Regol. in altezza no info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  1.5       $\eta =$  0.667 info

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta ▶▶

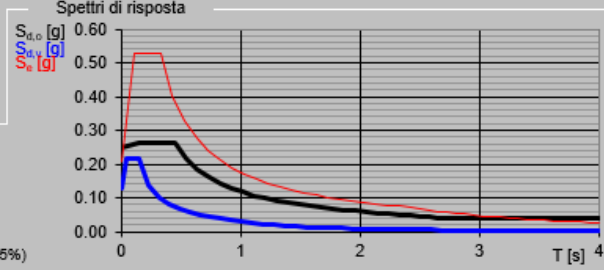
Parametri e punti spettri di risposta ▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_0$	0.208 g
$F_0$	2.534
$T_C$	0.333 s
$S_s$	1.190
$C_c$	1.371
$S_T$	1.000
$q$	2.400

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 158 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tabella 28 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV – categoria sismica tipo C

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato SLV info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo C info       $S_s =$  1.384       $C_c =$  1.510 info

Categoria topografica T1 info       $h/H =$  0.000       $S_T =$  1.000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**

Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) 5       $\eta =$  1.000 info

Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_0$  3      Regol. in altezza no info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  1.5       $\eta =$  0.667 info

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta ▶▶▶

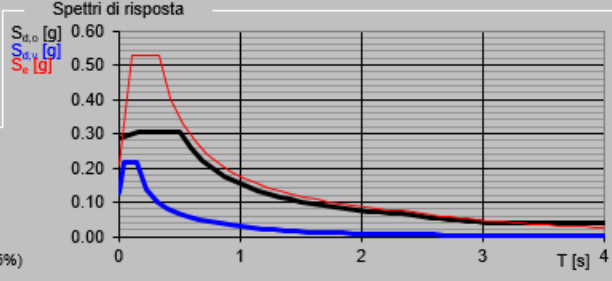
Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_0$	0.208 g
$F_0$	2.534
$T_c$	0.333 s
$S_s$	1.384
$C_c$	1.510
$S_T$	1.000
$q$	2.400

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 159 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 6.3 LIQUEFAZIONE

Le NTC08 al paragrafo 7.11.3.4.2 affermano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field minori di 0.1 g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in tabella seguente nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$  (vedasi figure seguenti).

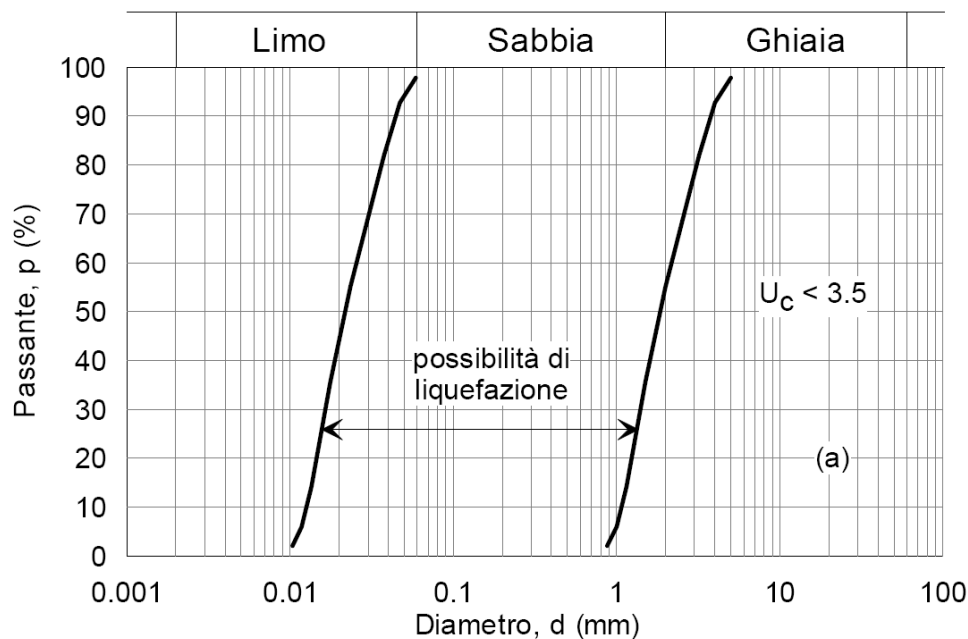


Figura 91 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per  $U_c < 3.5$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 160 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

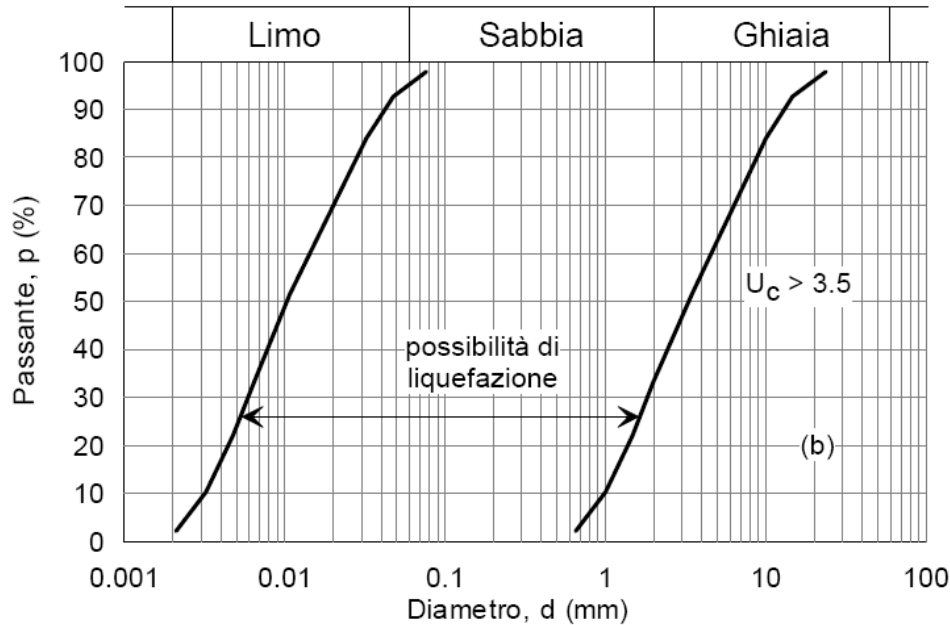


Figura 92- Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per  $U_c > 3.5$

Per il tracciato in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti risulta che:

- l'evento sismico atteso è di magnitudo  $M$  pari a 6.37;
- le accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field sono 0.25 per le opere in categoria sottosuolo B e 0.288 per quelle in categoria C;
- la profondità della falda è variabile da p.c. fino a 10-15 m di profondità;
- non sono presenti strati/lenti di sabbie fini e/o sabbie limose con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} < 30$ .

Lungo il tracciato generalmente i terreni in fondazione sono costituiti depositi eluvio-colluviali coesivi o alluvioni incoerenti prevalentemente ghiaiose con spessori medi intorno ai 10 m fino ad un massimo di 20 m, che sovrastano il substrato pelitico arenaceo della formazione di Camerino e della formazione dello Schilier. Data la natura dei terreni che per i depositi fini coesivi è consistente e per i depositi alluvionali incoerenti è prevalentemente grossolana ghiaiosa da addensati a molto addensati, è possibile escludere a priori il rischio di potenziale liquefazione dei terreni.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 161 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7. METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI

Nel presente paragrafo si riportano le metodologie di calcolo della capacità portante per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto e per i pali dei muri andatori.

### 7.1 ANALISI AGLI STATI LIMITE

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 14/01/2008. "Norme tecniche per le costruzioni"). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1:        A1 + M1 + R1

Combinazione 2 :     A2 + M1 + R2

Approccio 2:

Combinazione 1:     A1 + M1 + R3

tenendo conto dei coefficienti parziali di riferimento normativo.

La resistenza di progetto a compressione  $R_{c,d}$  è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati. Il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  a compressione è ottenuto applicando i fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  (vedasi tabella seguente) alle resistenze di calcolo  $R_{cal}$ ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

Per ogni opera verrà assunto un coefficiente  $\xi_3$  in funzione delle verticali di indagine eseguite. Nella tabella si riassumono i fattori di sicurezza assunti per ciascuna opera d'arte principale.

Ponte/viadotto	n. verticali indagini di riferimento	$\xi_3$	$FSB = \xi_3 \gamma_b$	$FSL = \xi_3 \gamma_s$
----------------	--------------------------------------	---------	------------------------	------------------------

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 162 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Castelraimondo	3	1.60	2.16	1.84
Vallone	1	1.70	2.30	1.96
S. Anna	1	1.70	2.30	1.96
S. Pietro	1	1.70	2.30	1.96
Potenza	4	1.55	2.09	1.78
Cesara	1	1.70	2.30	1.96
Palente	1	1.70	2.30	1.96

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vanno condotte con riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella successiva tabella e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità.

Tabella 29 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

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

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

Tabella 30 - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

## 7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Qd" può essere espressa dalla seguente relazione:

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 163 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$Q_d = Q_{ll} / FSL + Q_{bl} / FSB - W'p$$

dove:

$Q_{ll}$  = portata laterale limite,

$Q_{bl}$  = portata di base limite,

$W'p$  = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato),

FSL = fattore di sicurezza per la portata laterale ( $= \xi_3 \cdot \gamma_s$ ).

FSB = fattore di sicurezza per la portata di base ( $= \xi_3 \cdot \gamma_b$ ).

### 7.2.1 Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

$\tau_i$  = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo.

#### Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace litostatica,

$\tau_{i,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa per terreni incoerenti).

$\beta$  = coefficiente empirico che viene valutato pari a  $\beta = k \cdot \tan \phi$ , essendo

k = coefficiente di pressione laterale = 0.7 (a compressione) 0.5 (a trazione);

$\phi$  = angolo di resistenza al taglio.

#### Depositi coesivi

Per i terreni coesivi alluvionali (unità Ala), la tensione tangenziale può essere valutata con la seguente espressione:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 164 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$\tau_i = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{i,max}$$

Dove:

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\alpha$  = parametro empirico assunto come da AGI:

$$\alpha = 0.90 \quad \text{per } c_u \leq 25 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.80 \quad \text{per } 25 \leq c_u \leq 50 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.60 \quad \text{per } 50 \leq c_u \leq 75 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.40 \quad \text{per } c_u \geq 75 \text{ kPa}.$$

$\tau_{i,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 100 kPa per i depositi alluvionali coesivi).

Per le argille limose consistenti di alterazione del substrato (unità Salt) la tensione tangenziale può essere valutata con la correlazione di Burland (1993):

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

Dove

$$\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v \quad (\text{con } \beta > 0.23, \text{ AGI dicembre 1984}).$$

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\tau_{i,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 120 kPa per terreni coesivi di alterazione del substrato - unità Salt).

### Substrato pelitico arenaceo

Per il substrato pelitico arenaceo di base (unità Pa/Ap – Formazione di Camerino, unità Sch – Formazione dello Schlier) la portata laterale viene definita in funzione della resistenza a compressione monoassiale media dell'ammasso, in accordo alla seguente relazione (Horvath, 1978; Rosenberg & Journeaux, 1976; Williams & Pells, 1981):

$$\tau_{s,lim} = \alpha \cdot \beta \cdot \sigma_c$$

essendo:

$\alpha \cdot$  = coefficiente empirico ricavabile da figura seguente;

$\beta \cdot$  = coefficiente empirico ricavabile da figura seguente;

$\sigma_c$  = resistenza a compressione semplice della roccia intatta

Inoltre i valori del parametro J della figura seguente possono essere ricavati dalla seguente tabella.

In particolare per i depositi del substrato, alle profondità di riferimento dei sondaggi dei ponti/viadotti in esame, si è valutata una resistenza a compressione media di 1.5 MPa per il substrato. Quindi si assume cautelativamente:



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 165 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

- unità Pa/Ap/Sch:  $\tau_i = 150$  kPa per i primi 3 m di spessore del substrato con profondità da p.c. generalmente inferiore ai 20 m,  $\tau_i = 170$  kPa per profondità maggiori.

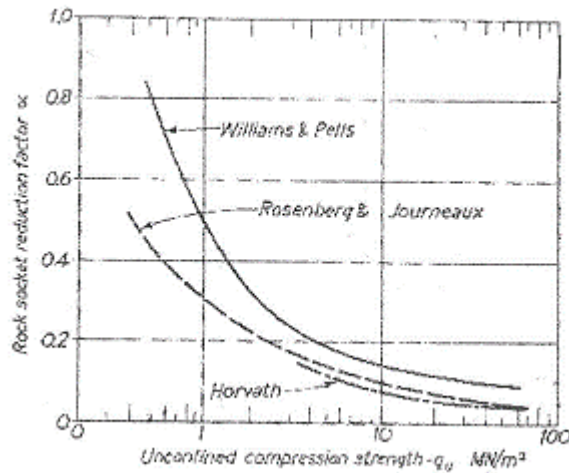


Figura 93 - Fattore di riduzione  $\alpha$  per la valutazione della resistenza di attrito laterale limite di pali trivellati in roccia (Tomlinson, 1994)

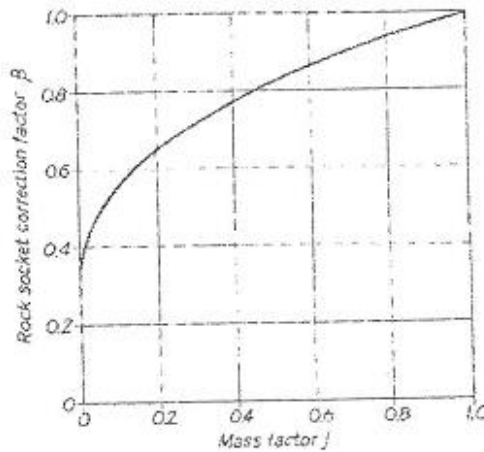


Figura 94 - Fattore di riduzione  $\beta$  per la valutazione della resistenza di attrito laterale limite di pali trivellati in roccia (Tomlinson 1994, Williams & Pells 1981)

Tabella 31 – Criteri per la valutazione del parametro J (Tomlinson 1994 e Hobbs 1975)

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 166 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

RQD (%)	Frequenza delle discontinuità per metro	Fattore J
0+25	15	0.2
25+50	15+8	0.2
50+75	8+5	0.2+0.5
75+90	5+1	0.5+0.8
90+100	1	0.8+1

Nel caso in esame per le formazioni del substrato si assume  $J=0.2$ , da cui  $\beta$  pari a 0.65.

I valori massimi di portata laterale limite in roccia sono stati tarati anche sulla base di indicazioni di letteratura (vedasi Wilson 1976 per argilliti con valori di resistenza a compressione confrontabile con quella dei depositi in esame).

#### 7.2.2 Portata di base

Per la valutazione della portata di base limite sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

$A_p$  = area della base del palo,

$q_{bl}$  = portata limite specifica di base.

#### Depositi incoerenti

Nei terreni incoerenti, la pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, viene valutata con la relazione di Berezantzev (1965) indicata nelle Raccomandazioni AGI:

$$q_b = N_q^* \cdot \sigma'_v \leq q_{b,lim}$$

essendo:

$N_q^*$  = coefficiente in funzione dell'angolo di resistenza al taglio del terreno (Raccomandazioni AGI);

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace;

$q_{b,lim}$  = pressione ultima di base massima consigliabile. Nel caso in esame si è fatto riferimento a quanto indicato da Gwizdala, 1984, vedasi seguente tabella.

Tabella 32 - Valori di  $\alpha_N$  e di  $q_{b,lim}$  secondo Gwizdala [1984]

	$\alpha_N$ (-)	$Q_{b,lim,max}$ (KPa)
GHIAIE	150	7500
SABBIE	120	5800
SABBIE LIMOSE	85	4300

In particolare si è 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 167 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

- alluvioni ghiaiose con angolo di resistenza al taglio  $\varphi' = 36-38^\circ$ :  $Nq^* = 17$ ;  $q_b \leq 5800$  kPa

- alluvioni sabbiose con angolo di resistenza al taglio  $\varphi' = 34^\circ$ :  $Nq^* = 14$ ;  $q_b \leq 4300$  kPa

### Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi (unità Ala, unità Ecla, unità Salt) viene valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \quad [\text{kPa}]$$

dove:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata [kPa];

$\sigma_v$  = tensione totale verticale.

### Substrato pelitico arenaceo

Per il substrato pelitico arenaceo di base (unità Pa/Ap – Formazione di Camerino, unità Sch – Formazione dello Schlier) la portata laterale viene definita in funzione della resistenza a compressione monoassiale media dell'ammasso, in accordo alla seguente relazione:

$$q_b = 2 \cdot N_\varphi \cdot \sigma_c \quad (\text{Tomlinson, 1994})$$

dove:

$N_\varphi$  := coefficiente dato da  $N_\varphi := [\tan(45+\varphi/2)]^2$

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio del deposito

$\sigma_c$  = resistenza a compressione semplice della roccia intatta.

In particolare per i depositi del substrato, alle profondità di riferimento dei sondaggi dei ponti/viadotti in esame, si è valutata una resistenza a compressione media di 1.5 MPa. Per i depositi in esame si assume cautelativamente:

- **unità Pa/Ap/Sch:**  $q_b = 4000$  kPa per i primi 3 m di spessore del substrato con profondità da p.c. generalmente inferiore ai 20 m,  $q_b = 5000$  kPa per profondità maggiori

### Note:

La lunghezza del palo dovrà essere almeno pari a 10 volte il diametro del palo.

Il carico di progetto sul palo dovrà essere compatibile con le caratteristiche resistenti della sezione del palo.

Si verificherà inoltre che la risposta del palo in esercizio sia di tipo "elastico"; verificando un adeguato coefficiente di sicurezza sulla portata ultima per attrito laterale ( $Q_{ll} / FSL$ , con  $FS \geq 1.2$  per condizioni di carico SLE).

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 168 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.2.3 Determinazione della resistenza di progetto a trazione

La portata a trazione di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Q<sub>d</sub>" può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / F_{SL} + W'_p$$

dove:

Q<sub>LL</sub> = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel precedente paragrafo),

W'<sub>p</sub> = peso efficace del palo (alleggerito se sotto falda),

F<sub>SL</sub> = fattore di sicurezza per la portata laterale (= γ<sub>R</sub> · ξ<sub>3</sub>).

### 7.3 PREMESSA - CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI

Nel seguito si riporta il calcolo della capacità portante assiale a compressione per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto per le pile e le spalle dei viadotti e a trazione per i soli pali delle spalle.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'ausilio del codice di calcolo "PAL" (G. Guiducci - 2006) ed è stato condotto seguendo l'Approccio 2 (A1 + M1 + R3).

Nei paragrafi seguenti si riportano, per ogni opera, i valori della portata di progetto (Q<sub>d</sub>) del palo in funzione della lunghezza utile del palo.

Il significato dei termini riportati nelle tabelle della capacità portante è il seguente:

- L<sub>p</sub> = Lunghezza utile del palo
- Q<sub>ll</sub> = Portata laterale limite
- Q<sub>bl</sub> = Portata di base limite
- W<sub>p</sub> = Peso efficace del palo
- Q<sub>u</sub> = Portata totale limite
- Q<sub>d</sub> = Portata di progetto = Q<sub>ll</sub>/F<sub>S,l</sub> + Q<sub>bl</sub>/F<sub>S,b</sub> - W<sub>p</sub>

Per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- N<sub>max,SLU</sub> < Q<sub>d</sub> la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto Q<sub>d</sub> del palo;
- N<sub>max,SLE</sub> < Q<sub>ll</sub> / 1.20 la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite Q<sub>ll</sub> del palo con un fattore di sicurezza di 1.20.

La lunghezza minima del palo dovrà comunque essere almeno pari a 10 volte il diametro del palo.

Il carico di progetto sul palo dovrà essere compatibile con le caratteristiche resistenti della sezione del palo.

### 7.4 VIADOTTO CASTELRAIMONDO

L'opera ha una lunghezza complessiva di 240 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 169 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

0+673.55 e 0+913.55. L'opera è costituita da due spalle e cinque pile.

### 7.4.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P23 di lunghezza 11.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S30 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggi X3.3 e X3.4 rispettivamente di lunghezza 26.8 m e 34.5 m, appartenente alla campagna del 2017.

I sondaggi X3.3 e X3.4 sono stati attrezzati con piezometri del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 33 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 1)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	0.0÷7.0	19.0	36	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17; qb=4300
Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi	7.0÷8.0	19.0	-	75	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	8.0÷12.0	19.0	36	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17; qb=5800
Salt – Alterazione del substrato	12.0÷16.0	20.0	-	300	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>16.0	23.0	-	-	150 per $z \leq 19$ m 170 per $z > 19$ m	4000 per $z \leq 19$ m 5000 per $z > 19$ m
Falda: 2.5 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 170 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 34 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (PILE 1, 2, 3, 4)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi	0.0÷3.0	19.0	-	75	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
As – Depositi alluvionali sabbiosi	3.0÷4.5	19.0	34	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=14; qb=4300
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	4.5÷6.5	19.0	36	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17; qb=5800
Salt – Alterazione del substrato	6.5÷8.0	20.0	-	300	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>8.0	23.0	-	-	150 per $z \leq 11$ m 170 per $z > 11$ m	4000 per $z \leq 11$ m 5000 per $z > 11$ m
Falda: cautelativamente a p.c.						

**Tabella 35 – Stratigrafia 3 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 2 e Pila 5)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ecla – Depositi eluvio colluviali	0.0÷16.0	19.0	-	60÷150	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Salt – Alterazione del substrato	16.0÷20.5	20.0	-	200 per $z \leq 19$ m 400 per $z > 19$ m	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>20.5	23.0	-	-	170	5000
Falda: cautelativamente a p.c.						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 171 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

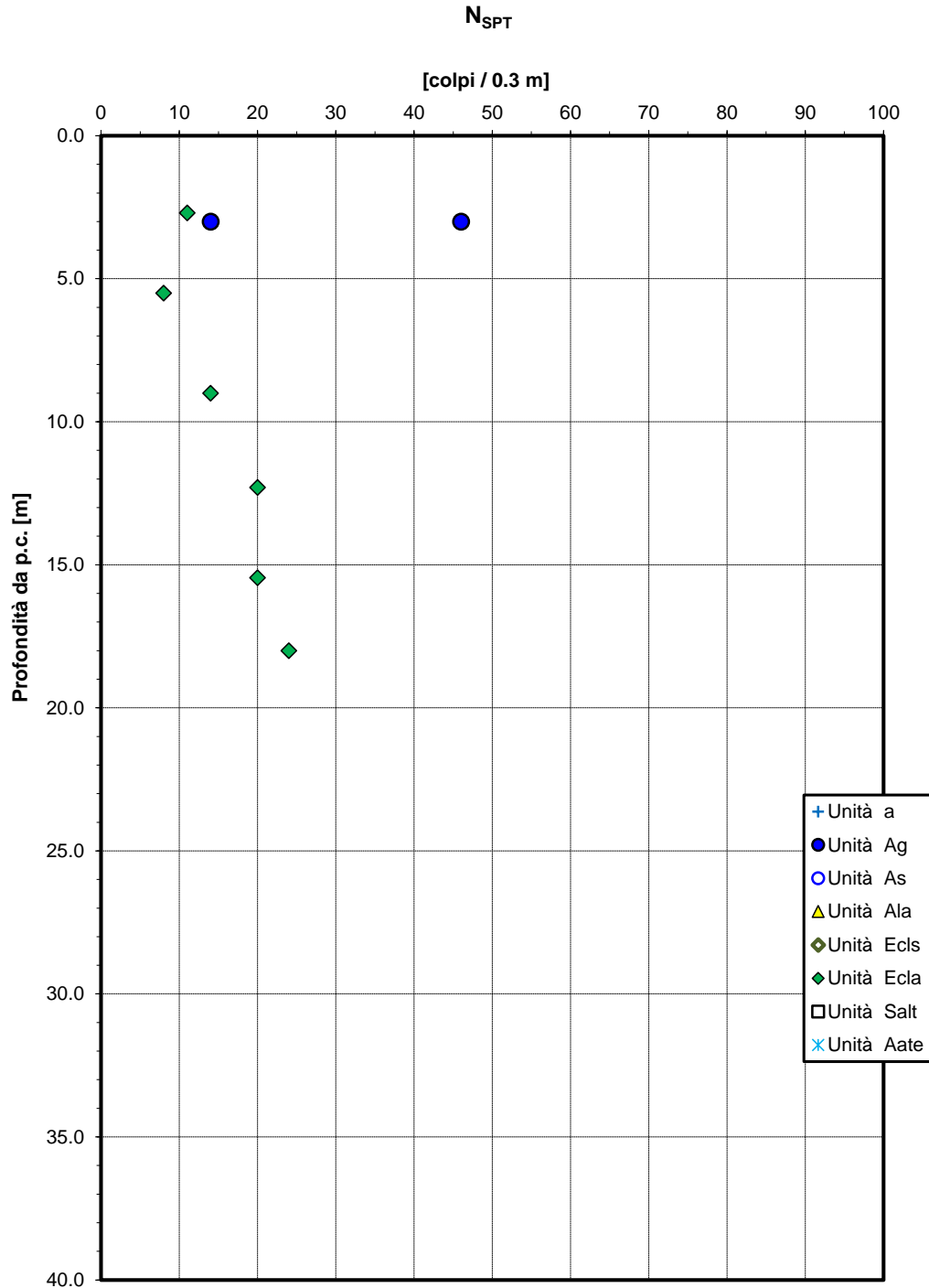


Figura 95 – Valori di N<sub>SPT</sub>

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 172 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Densità relativa da prove SPT

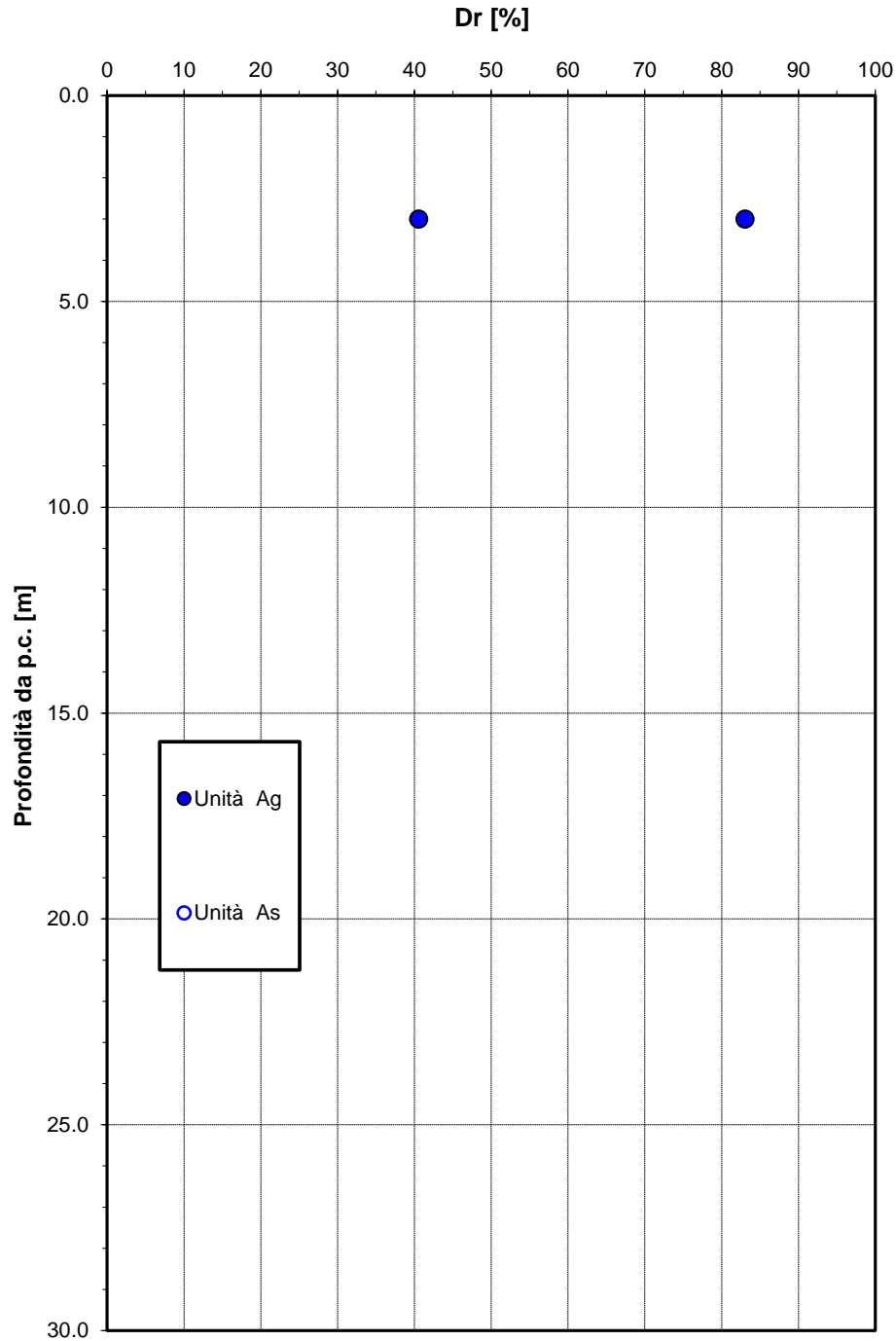


Figura 96 – Valori di densità relativa da prove SPT



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 173 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

angolo di resistenza al taglio [gradi]

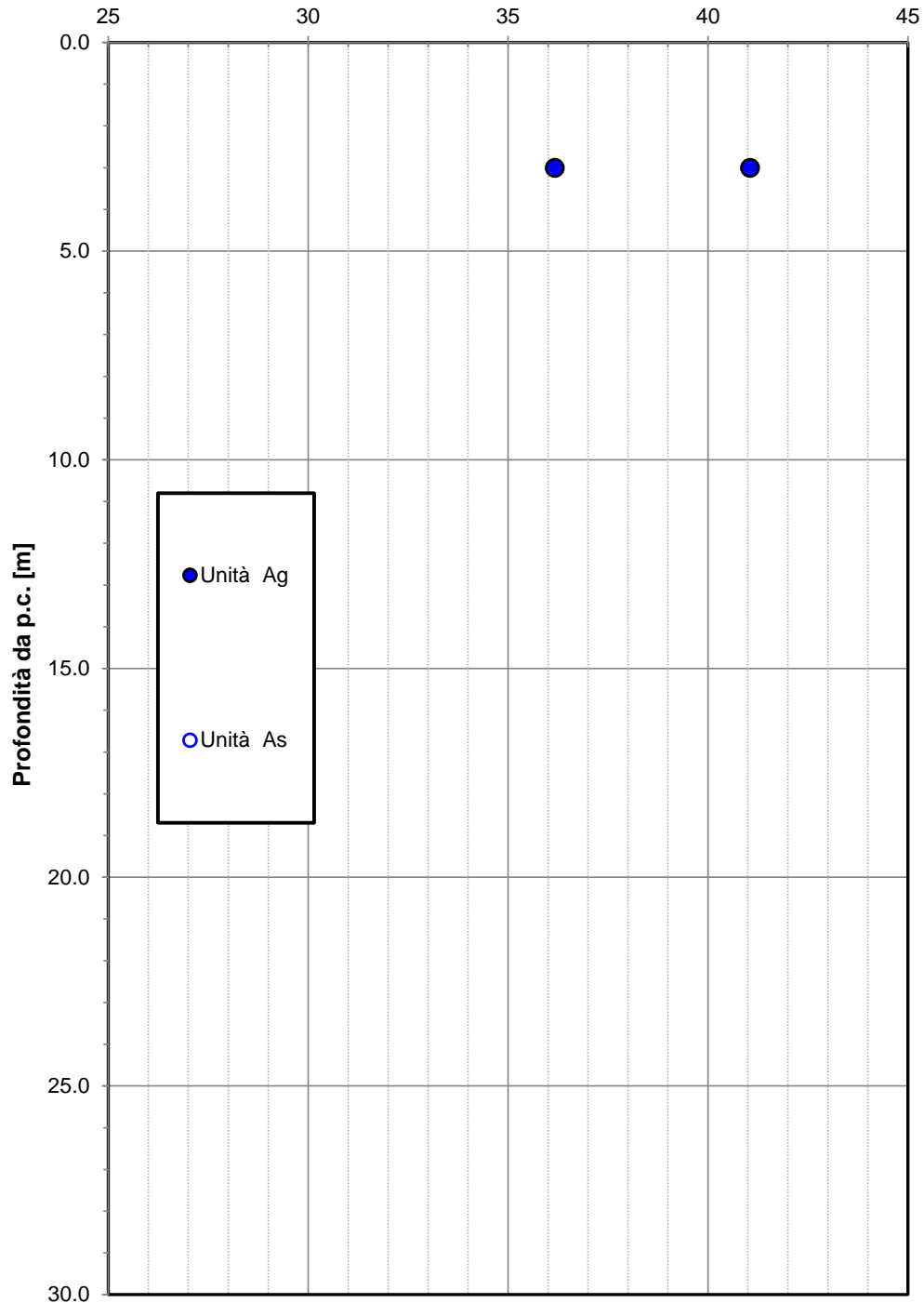


Figura 97 – Angolo di resistenza al taglio da prova SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 174 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

$E_0$  [MPa]

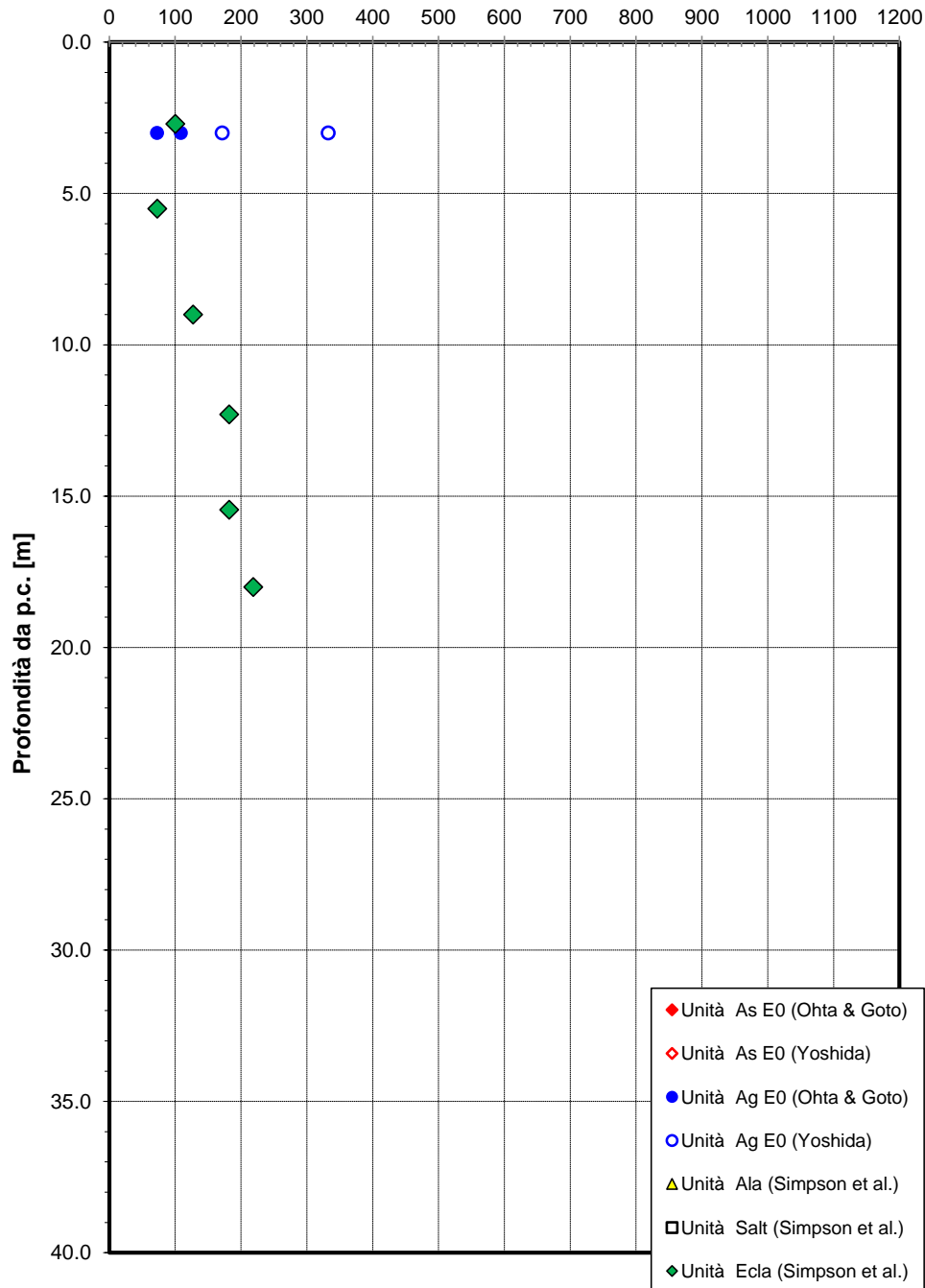


Figura 98 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 175 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

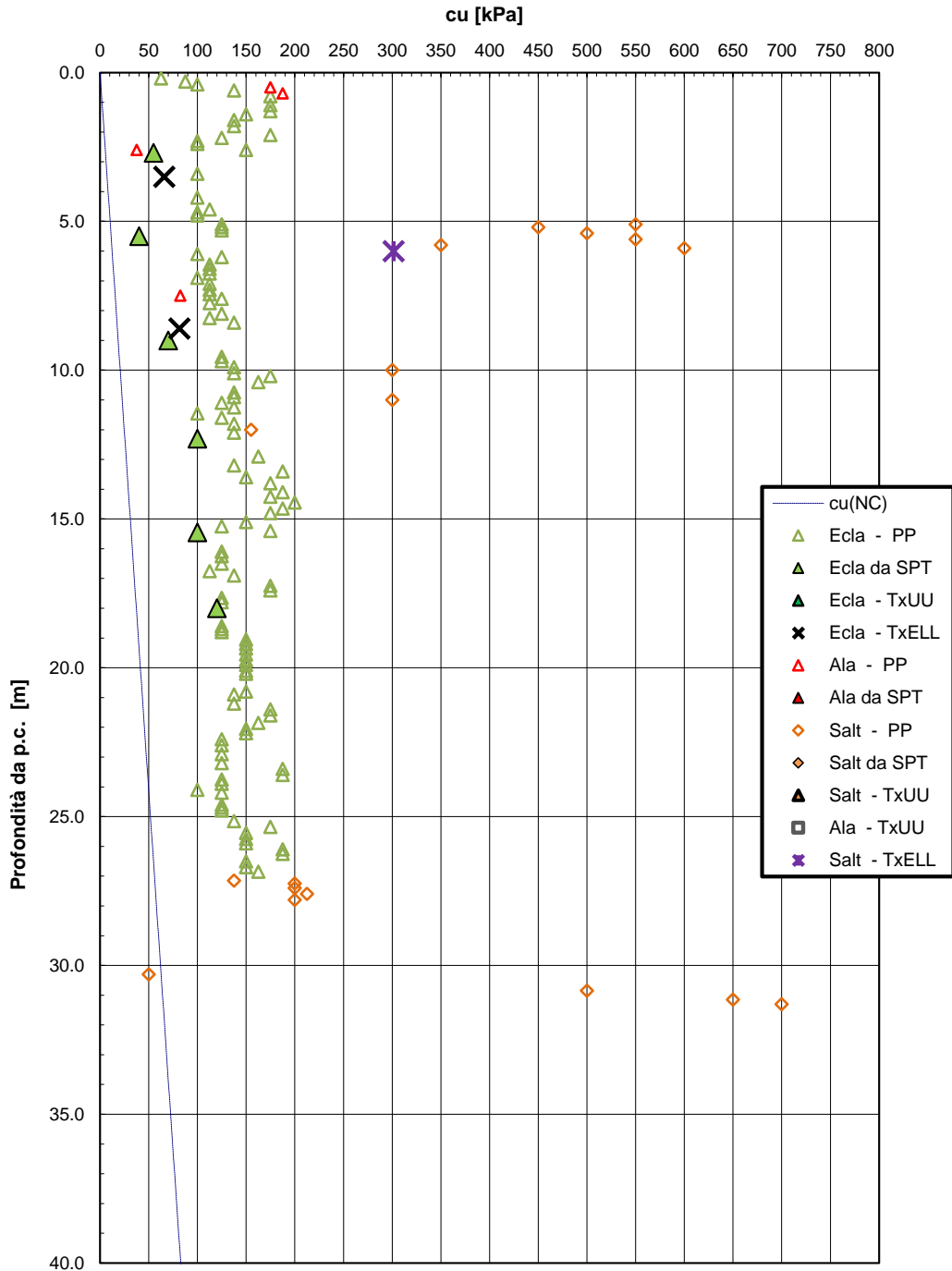


Figura 99 – Resistenza al taglio non drenata

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 176 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.4.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.5 m da p.c. per la stratigrafia 1 e 3;
- testa palo a p.c. per la stratigrafia 2;
- falda cautelativamente a testa palo.

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 36 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{SL}$ (compr.)	$F_{SL}$ (traz.)	$F_{SB}$
2 (A1+M1+R3)	3	1.60	1.15	1.25	1.35	1.84	2.00	2.16

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le tre stratigrafie di riferimento.

**Tabella 37 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione) Stratigrafia 1 (Spalla 1)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

$L_p$ m	$Q_{11}$ kN	$Q_{b1}$ kN	$W_p$ kN	$Q_u$ kN	$Q_d$ kN
.00	0.	1427.	0.	1427.	661.
.50	60.	1427.	4.	1482.	689.
1.00	125.	1427.	9.	1543.	720.
1.50	195.	1427.	13.	1609.	754.
2.00	271.	1427.	18.	1681.	790.
2.50	352.	1427.	22.	1757.	830.
3.00	439.	1428.	27.	1840.	873.
3.50	531.	1428.	31.	1927.	918.
4.00	628.	1428.	35.	2020.	967.
4.50	731.	1428.	40.	2119.	1018.
5.00	837.	1445.	44.	2237.	1079.
5.50	944.	1461.	49.	2357.	1141.
6.00	1062.	1758.	53.	2767.	1338.
6.50	1186.	2055.	57.	3183.	1538.
7.00	1316.	2351.	62.	3605.	1742.
7.50	1451.	2648.	66.	4032.	1948.
8.00	1591.	2944.	71.	4465.	2157.
8.50	1737.	3241.	75.	4903.	2369.
9.00	1888.	3538.	80.	5347.	2585.
9.50	2047.	3834.	84.	5797.	2804.
10.00	2221.	4001.	88.	6133.	2971.
10.50	2403.	4167.	93.	6477.	3142.
11.00	2591.	4334.	97.	6828.	3318.
11.50	2786.	4500.	102.	7185.	3496.
12.00	2988.	4667.	106.	7549.	3678.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	177 di 654

12.50	3196.	4834.	110.	7919.	3864.
13.00	3410.	5000.	115.	8296.	4053.
13.50	3648.	5167.	119.	8695.	4255.
14.00	3985.	5378.	124.	9239.	4532.
14.50	4338.	5589.	128.	9799.	4817.
15.00	4692.	5801.	133.	10360.	5103.
15.50	5045.	6012.	137.	10920.	5388.
16.00	5399.	6223.	141.	11480.	5674.
16.50	5758.	6435.	146.	12047.	5962.
17.00	6152.	6701.	150.	12704.	6296.
17.50	6553.	6968.	155.	13367.	6633.
18.00	6954.	7235.	159.	14030.	6970.
18.50	7354.	7502.	163.	14692.	7306.
19.00	7755.	7769.	168.	15355.	7643.
19.50	8155.	8035.	172.	16018.	7980.
20.00	8556.	8302.	177.	16681.	8317.
20.50	8956.	8569.	181.	17344.	8654.
21.00	9357.	8836.	186.	18007.	8990.
21.50	9757.	8836.	190.	18403.	9204.
22.00	10158.	8836.	194.	18799.	9417.
22.50	10559.	8836.	199.	19195.	9630.
23.00	10959.	8836.	203.	19592.	9843.
23.50	11360.	8836.	208.	19988.	10057.
24.00	11760.	8836.	212.	20384.	10270.
24.50	12161.	8836.	216.	20780.	10483.
25.00	12561.	8836.	221.	21176.	10697.
25.50	12962.	8836.	225.	21572.	10910.
26.00	13362.	8836.	230.	21968.	11123.
26.50	13763.	8836.	234.	22365.	11336.
27.00	14164.	8836.	239.	22761.	11550.
27.50	14564.	8836.	243.	23157.	11763.
28.00	14965.	8836.	247.	23553.	11976.
28.50	15365.	8836.	252.	23949.	12189.
29.00	15766.	8836.	256.	24345.	12403.
29.50	16166.	8836.	261.	24741.	12616.
30.00	16567.	8836.	265.	25138.	12829.
30.50	16967.	8836.	269.	25534.	13043.
31.00	17368.	8836.	274.	25930.	13256.
31.50	17769.	8836.	278.	26326.	13469.
32.00	18169.	8836.	283.	26722.	13682.
32.50	18570.	8836.	287.	27118.	13896.
33.00	18970.	8836.	292.	27514.	14109.
33.50	19371.	8836.	296.	27910.	14322.
34.00	19771.	8836.	300.	28307.	14535.
34.50	20172.	8836.	305.	28703.	14749.
35.00	20572.	8836.	309.	29099.	14962.
35.50	20973.	8836.	314.	29495.	15175.
36.00	21374.	8836.	318.	29891.	15389.
36.50	21774.	8836.	323.	30287.	15602.
37.00	22175.	8836.	327.	30683.	15815.
37.50	22575.	8836.	331.	31080.	16028.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 178 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 38 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione)  
Stratigrafia 2 (PILE 1, 2, 3, 4)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 Capacità 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.	984.	0.	984.	456.
.50	3.	932.	4.	930.	428.
1.00	12.	879.	9.	882.	404.
1.50	26.	826.	13.	839.	383.
2.00	47.	773.	18.	802.	366.
2.50	73.	721.	22.	772.	351.
3.00	104.	668.	27.	746.	339.
3.50	138.	779.	31.	886.	405.
4.00	175.	891.	35.	1030.	472.
4.50	218.	1002.	40.	1180.	543.
5.00	269.	1161.	44.	1386.	639.
5.50	325.	1320.	49.	1597.	739.
6.00	387.	1479.	53.	1814.	842.
6.50	456.	1638.	57.	2036.	949.
7.00	534.	2028.	62.	2500.	1167.
7.50	619.	2418.	66.	2971.	1390.
8.00	744.	2808.	71.	3481.	1634.
8.50	1065.	3282.	75.	4271.	2023.
9.00	1418.	3755.	80.	5094.	2430.
9.50	1772.	4228.	84.	5916.	2837.
10.00	2125.	4702.	88.	6739.	3243.
10.50	2479.	5175.	93.	7561.	3650.
11.00	2838.	5648.	97.	8389.	4060.
11.50	3233.	6003.	102.	9134.	4434.
12.00	3633.	6357.	106.	9884.	4811.
12.50	4034.	6711.	110.	10634.	5189.
13.00	4434.	7065.	115.	11384.	5566.
13.50	4835.	7419.	119.	12135.	5943.
14.00	5235.	7773.	124.	12885.	6320.
14.50	5636.	8127.	128.	13635.	6698.
15.00	6036.	8482.	133.	14386.	7075.
15.50	6437.	8836.	137.	15136.	7452.
16.00	6838.	8836.	141.	15532.	7665.
16.50	7238.	8836.	146.	15928.	7879.
17.00	7639.	8836.	150.	16324.	8092.
17.50	8039.	8836.	155.	16720.	8305.
18.00	8440.	8836.	159.	17116.	8518.
18.50	8840.	8836.	163.	17513.	8732.
19.00	9241.	8836.	168.	17909.	8945.
19.50	9641.	8836.	172.	18305.	9158.
20.00	10042.	8836.	177.	18701.	9372.
20.50	10443.	8836.	181.	19097.	9585.
21.00	10843.	8836.	186.	19493.	9798.
21.50	11244.	8836.	190.	19889.	10011.
22.00	11644.	8836.	194.	20286.	10225.
22.50	12045.	8836.	199.	20682.	10438.
23.00	12445.	8836.	203.	21078.	10651.
23.50	12846.	8836.	208.	21474.	10864.
24.00	13246.	8836.	212.	21870.	11078.
24.50	13647.	8836.	216.	22266.	11291.
25.00	14048.	8836.	221.	22662.	11504.
25.50	14448.	8836.	225.	23058.	11718.
26.00	14849.	8836.	230.	23455.	11931.
26.50	15249.	8836.	234.	23851.	12144.
27.00	15650.	8836.	239.	24247.	12357.
27.50	16050.	8836.	243.	24643.	12571.
28.00	16451.	8836.	247.	25039.	12784.
28.50	16851.	8836.	252.	25435.	12997.
29.00	17252.	8836.	256.	25831.	13210.
29.50	17652.	8836.	261.	26228.	13424.
30.00	18053.	8836.	265.	26624.	13637.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 179 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	18454.	8836.	269.	27020.	13850.
31.00	18854.	8836.	274.	27416.	14064.
31.50	19255.	8836.	278.	27812.	14277.
32.00	19655.	8836.	283.	28208.	14490.
32.50	20056.	8836.	287.	28604.	14703.
33.00	20456.	8836.	292.	29001.	14917.
33.50	20857.	8836.	296.	29397.	15130.
34.00	21257.	8836.	300.	29793.	15343.
34.50	21658.	8836.	305.	30189.	15556.
35.00	22059.	8836.	309.	30585.	15770.
35.50	22459.	8836.	314.	30981.	15983.
36.00	22860.	8836.	318.	31377.	16196.
36.50	23260.	8836.	323.	31773.	16410.
37.00	23661.	8836.	327.	32170.	16623.
37.50	24061.	8836.	331.	32566.	16836.
38.00	24462.	8836.	336.	32962.	17049.
38.50	24862.	8836.	340.	33358.	17263.
39.00	25263.	8836.	345.	33754.	17476.
39.50	25664.	8836.	349.	34150.	17689.
40.00	26064.	8836.	353.	34546.	17902.

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 =  $Q1l/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 39 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione)  
Stratigrafia 3 (Spalla 2 e pila 5)**

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

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l 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.
15.00	3180.	3241.	133.	6288.	3096.
15.50	3389.	3347.	137.	6599.	3255.
16.00	3605.	3453.	141.	6917.	3417.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	180 di 654

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.
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

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 181 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 40 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione) Stratigrafia 1 (Spalla 1)**

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	43.	0.	-13.	56.	35.
1.00	89.	0.	-27.	116.	71.
1.50	139.	0.	-40.	179.	109.
2.00	193.	0.	-53.	246.	150.
2.50	251.	0.	-66.	318.	192.
3.00	313.	0.	-80.	393.	236.
3.50	379.	0.	-93.	472.	282.
4.00	449.	0.	-106.	555.	330.
4.50	526.	0.	-119.	645.	382.
5.00	628.	0.	-133.	760.	447.
5.50	731.	0.	-146.	877.	511.
6.00	819.	0.	-159.	978.	569.
6.50	908.	0.	-172.	1080.	626.
7.00	1000.	0.	-186.	1186.	686.
7.50	1097.	0.	-199.	1296.	747.
8.00	1197.	0.	-212.	1409.	811.
8.50	1301.	0.	-225.	1527.	876.
9.00	1410.	0.	-239.	1648.	943.
9.50	1529.	0.	-252.	1781.	1016.
10.00	1697.	0.	-265.	1962.	1114.
10.50	1879.	0.	-278.	2157.	1218.
11.00	2068.	0.	-292.	2359.	1325.
11.50	2263.	0.	-305.	2568.	1436.
12.00	2464.	0.	-318.	2782.	1550.
12.50	2672.	0.	-331.	3004.	1667.
13.00	2887.	0.	-345.	3231.	1788.
13.50	3124.	0.	-358.	3482.	1920.
14.00	3461.	0.	-371.	3832.	2102.
14.50	3814.	0.	-384.	4199.	2292.
15.00	4168.	0.	-398.	4566.	2482.
15.50	4521.	0.	-411.	4932.	2672.
16.00	4875.	0.	-424.	5299.	2861.
16.50	5234.	0.	-437.	5671.	3054.
17.00	5629.	0.	-451.	6079.	3265.
17.50	6029.	0.	-464.	6493.	3479.
18.00	6430.	0.	-477.	6907.	3692.
18.50	6830.	0.	-490.	7321.	3906.
19.00	7231.	0.	-504.	7735.	4119.
19.50	7632.	0.	-517.	8148.	4333.
20.00	8032.	0.	-530.	8562.	4546.
20.50	8433.	0.	-543.	8976.	4760.
21.00	8833.	0.	-557.	9390.	4973.
21.50	9234.	0.	-570.	9804.	5187.
22.00	9634.	0.	-583.	10217.	5400.
22.50	10035.	0.	-596.	10631.	5614.
23.00	10435.	0.	-610.	11045.	5827.
23.50	10836.	0.	-623.	11459.	6041.
24.00	11236.	0.	-636.	11873.	6254.
24.50	11637.	0.	-649.	12286.	6468.
25.00	12038.	0.	-663.	12700.	6681.
25.50	12438.	0.	-676.	13114.	6895.
26.00	12839.	0.	-689.	13528.	7109.
26.50	13239.	0.	-702.	13942.	7322.
27.00	13640.	0.	-716.	14355.	7536.
27.50	14040.	0.	-729.	14769.	7749.
28.00	14441.	0.	-742.	15183.	7963.
28.50	14841.	0.	-755.	15597.	8176.
29.00	15242.	0.	-769.	16011.	8390.
29.50	15643.	0.	-782.	16425.	8603.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 182 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.00	16043.	0.	-795.	16838.	8817.
30.50	16444.	0.	-808.	17252.	9030.
31.00	16844.	0.	-822.	17666.	9244.
31.50	17245.	0.	-835.	18080.	9457.
32.00	17645.	0.	-848.	18494.	9671.
32.50	18046.	0.	-861.	18907.	9884.
33.00	18446.	0.	-875.	19321.	10098.
33.50	18847.	0.	-888.	19735.	10311.
34.00	19248.	0.	-901.	20149.	10525.
34.50	19648.	0.	-914.	20563.	10739.
35.00	20049.	0.	-928.	20976.	10952.
35.50	20449.	0.	-941.	21390.	11166.
36.00	20850.	0.	-954.	21804.	11379.
36.50	21250.	0.	-968.	22218.	11593.
37.00	21651.	0.	-981.	22632.	11806.
37.50	22051.	0.	-994.	23045.	12020.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 41 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione) Stratigrafia 2 (PILE 1, 2, 3, 4)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	53.
2.00	47.	0.	-53.	100.	76.
2.50	73.	0.	-66.	139.	103.
3.00	103.	0.	-80.	183.	131.
3.50	128.	0.	-93.	221.	157.
4.00	155.	0.	-106.	261.	184.
4.50	186.	0.	-119.	305.	212.
5.00	222.	0.	-133.	355.	244.
5.50	262.	0.	-146.	408.	277.
6.00	307.	0.	-159.	466.	312.
6.50	358.	0.	-172.	530.	351.
7.00	434.	0.	-186.	636.	419.
7.50	519.	8.	-199.	727.	467.
8.00	644.	0.	-212.	856.	534.
8.50	965.	0.	-225.	1190.	708.
9.00	1318.	0.	-239.	1557.	898.
9.50	1672.	0.	-252.	1924.	1088.
10.00	2025.	0.	-265.	2290.	1278.
10.50	2379.	0.	-278.	2657.	1468.
11.00	2738.	0.	-292.	3030.	1661.
11.50	3133.	0.	-305.	3437.	1871.
12.00	3533.	0.	-318.	3851.	2085.
12.50	3934.	0.	-331.	4265.	2298.
13.00	4334.	0.	-345.	4679.	2512.
13.50	4735.	0.	-358.	5093.	2725.
14.00	5135.	0.	-371.	5506.	2939.
14.50	5536.	0.	-384.	5920.	3152.
15.00	5936.	0.	-398.	6334.	3366.
15.50	6337.	0.	-411.	6748.	3579.
16.00	6738.	0.	-424.	7162.	3793.
16.50	7138.	0.	-437.	7576.	4006.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 183 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

17.00	7539.	0.	-451.	7989.	4220.
17.50	7939.	0.	-464.	8403.	4434.
18.00	8340.	0.	-477.	8817.	4647.
18.50	8740.	0.	-490.	9231.	4861.
19.00	9141.	0.	-504.	9645.	5074.
19.50	9541.	0.	-517.	10058.	5288.
20.00	9942.	0.	-530.	10472.	5501.
20.50	10343.	0.	-543.	10886.	5715.
21.00	10743.	0.	-557.	11300.	5928.
21.50	11144.	0.	-570.	11714.	6142.
22.00	11544.	0.	-583.	12127.	6355.
22.50	11945.	0.	-596.	12541.	6569.
23.00	12345.	0.	-610.	12955.	6782.
23.50	12746.	0.	-623.	13369.	6996.
24.00	13146.	0.	-636.	13783.	7209.
24.50	13547.	0.	-649.	14196.	7423.
25.00	13948.	0.	-663.	14610.	7636.
25.50	14348.	0.	-676.	15024.	7850.
26.00	14749.	0.	-689.	15438.	8064.
26.50	15149.	0.	-702.	15852.	8277.
27.00	15550.	0.	-716.	16265.	8491.
27.50	15950.	0.	-729.	16679.	8704.
28.00	16351.	0.	-742.	17093.	8918.
28.50	16751.	0.	-755.	17507.	9131.
29.00	17152.	0.	-769.	17921.	9345.
29.50	17553.	0.	-782.	18334.	9558.
30.00	17953.	0.	-795.	18748.	9772.
30.50	18354.	0.	-808.	19162.	9985.
31.00	18754.	0.	-822.	19576.	10199.
31.50	19155.	0.	-835.	19990.	10412.
32.00	19555.	0.	-848.	20404.	10626.
32.50	19956.	0.	-861.	20817.	10839.
33.00	20356.	0.	-875.	21231.	11053.
33.50	20757.	0.	-888.	21645.	11266.
34.00	21158.	0.	-901.	22059.	11480.
34.50	21558.	0.	-914.	22473.	11694.
35.00	21959.	0.	-928.	22886.	11907.
35.50	22359.	0.	-941.	23300.	12121.
36.00	22760.	0.	-954.	23714.	12334.
36.50	23160.	0.	-968.	24128.	12548.
37.00	23561.	0.	-981.	24542.	12761.
37.50	23961.	0.	-994.	24955.	12975.
38.00	24362.	0.	-1007.	25369.	13188.
38.50	24763.	0.	-1021.	25783.	13402.
39.00	25163.	0.	-1034.	26197.	13615.
39.50	25564.	0.	-1047.	26611.	13829.
40.00	25964.	0.	-1060.	27024.	14042.

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

### Tabella 42 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione) Stratigrafia 3 (Spalla 2)

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	Q1l kN	Qbl 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.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	184 di 654

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.
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  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 185 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$Q_d = \text{Portata di progetto} = Q_{11}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 186 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7.5 VIADOTTO VALLONE

L'opera ha una lunghezza complessiva di 210 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 1+530.35 e 1+740.35. L'opera è costituita da due spalle e quattro pile.

### 7.5.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio S32 di lunghezza 35 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2002;
- sondaggi X3.6, X3.7 e X3.7bis entrambi di lunghezza 20.0 m, appartenenti alla campagna del 2017.

I sondaggi X3.6 e X3.7 sono stati attrezzati con piezometri del tipo a tubo aperto mentre il sondaggio X3.7bis con inclinometro.

Dalle carte geomorfologiche è segnalata frana PAI R1-P1 (codice F-16-0707) che interessa la zona tra pila 3,4 e spalla 2. Dall'inclinometro è stato rilevato un piccolo spostamento (6 mm) che ha interessato uno spessore 3 m circa. Si tratta di piccoli movimenti, lenti della coltre superficiale.

Nel caso in esame lo spessore della coltre coinvolta da movimento, interessa eventualmente il plinto di fondazione ma non i pali di fondazione. Comunque cautelativamente nella portanza pali di queste fondazioni, si considera la quota testa palo a p.c. (come se il terreno fino a testa palo non fosse presente).

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 43 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (Spalla 1)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Aate – Alluvioni terrazzate antiche	0.0÷7.0	19.0	30	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=11; qb<4000
Salt – Alterazione del substrato	7.0÷9.5	20.0	-	350	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>9.5	23.0	-	-	150 per $z \leq 12.5$ m 170 per $z > 12.5$ m	4000 per $z \leq 12.5$ m 5000 per $z > 12.5$ m
Falda: a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 187 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 44 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (P1+P2)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$\tau$ [kPa]	$N_q$ [-]; $q_b$ [kPa]
Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi	0.0 ÷ 6.0	19.0	-	80-105	$\alpha \cdot c_u \leq 100$	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
Salt – Alterazione del substrato	6.0 ÷ 8.5	20.0	-	350	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v$	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>8.5	23.0	-	-	150 per $z \leq 11.5$ m 170 per $z > 11.5$ m	4000 per $z \leq 11.5$ m 5000 per $z > 11.5$ m
Falda: a p.c.						

**Tabella 45 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (SP2+P3+P4)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$\tau$ [kPa]	$N_q$ [-]; $q_b$ [kPa]
Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi	0.0 ÷ 17.0	19.0	-	80-150	$\alpha \cdot c_u \leq 100$	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
Salt – Alterazione del substrato	17.0 ÷ 19.5	20.0	-	350	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v$	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>19.5	23.0	-	-	150 per $z \leq 22.5$ m 170 per $z > 22.5$ m	4000 per $z \leq 22.5$ m 5000 per $z > 22.5$ m
Falda: a p.c.						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 188 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

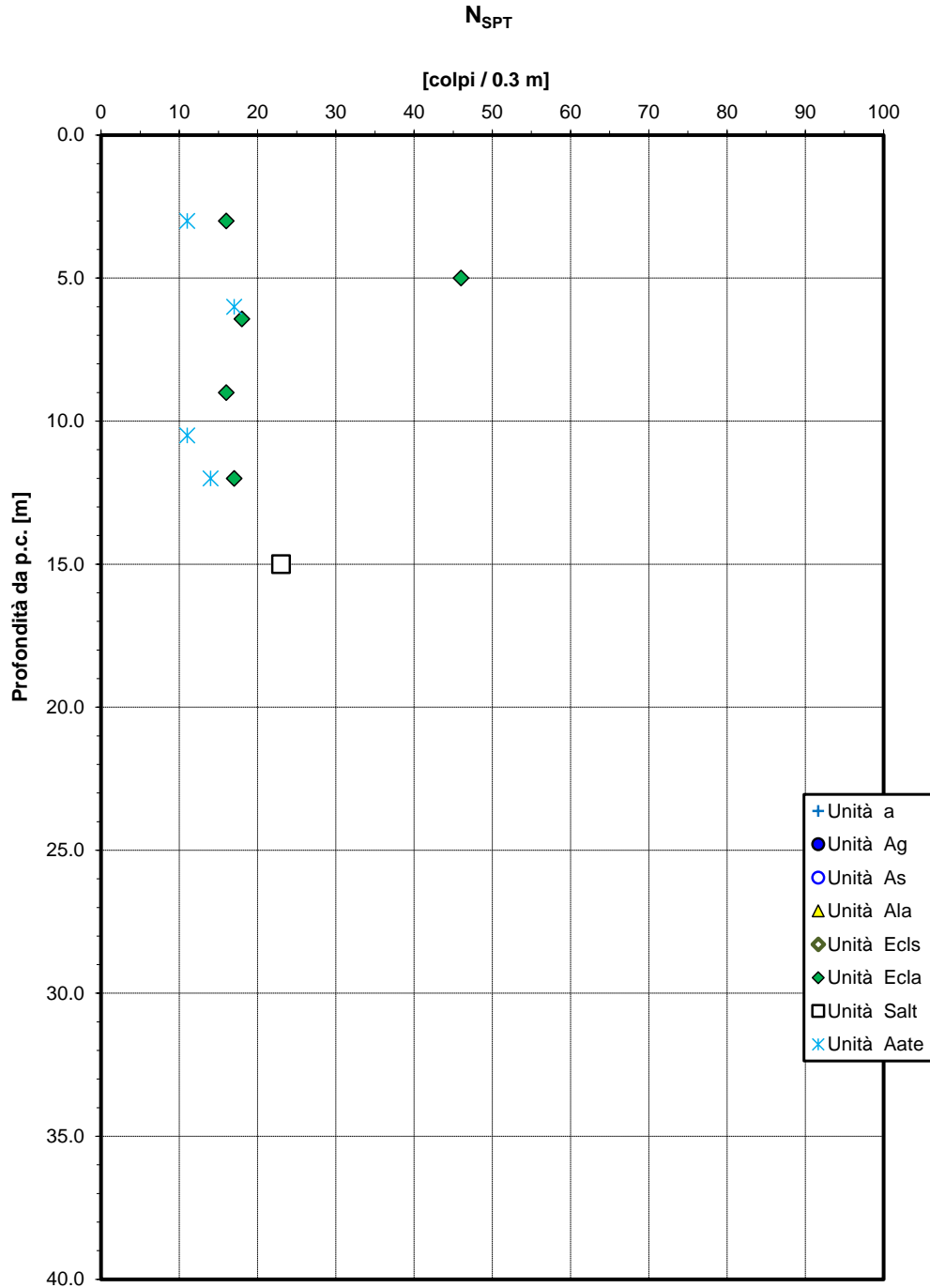


Figura 100 – Valori di  $N_{SPT}$



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 189 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT**

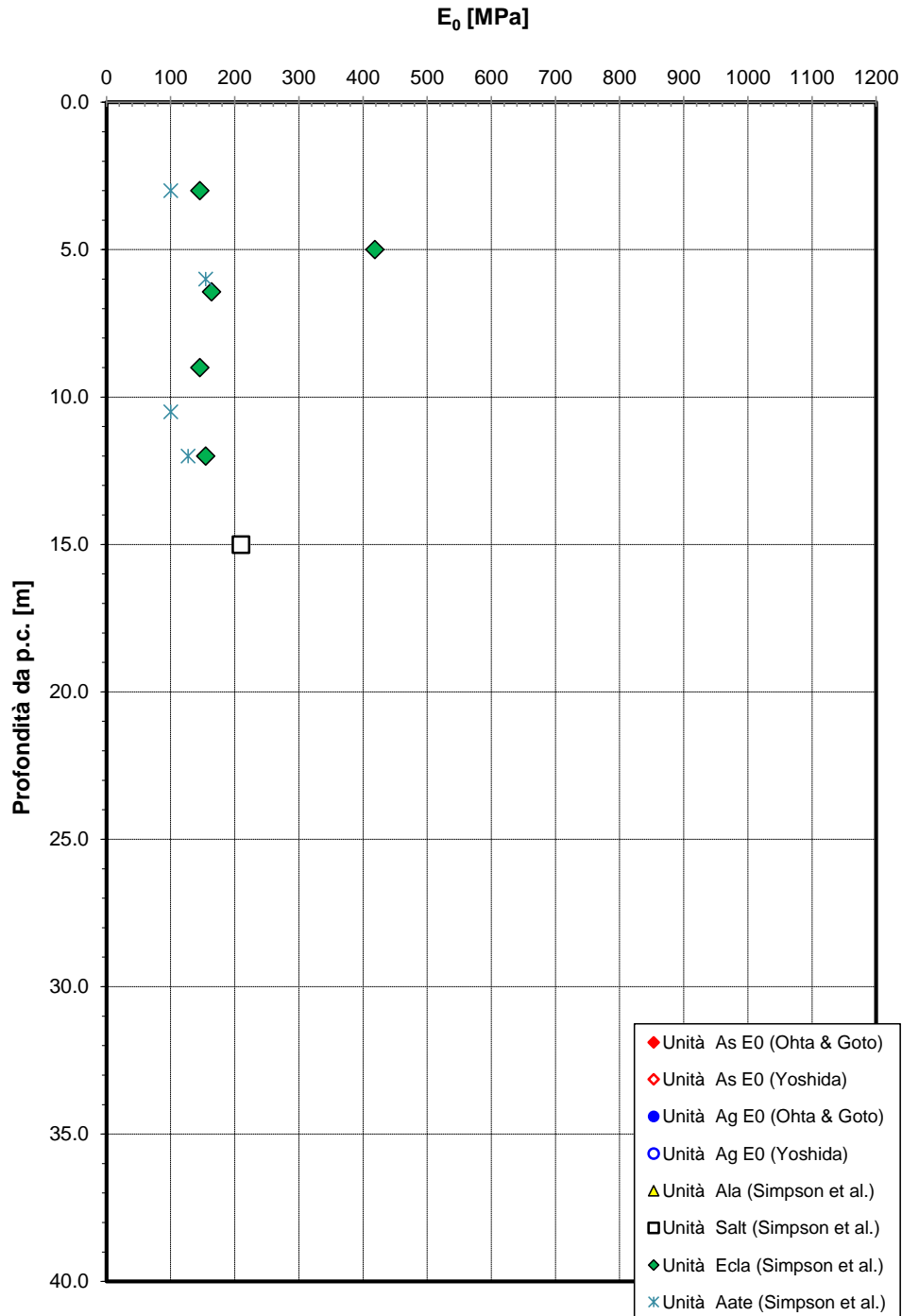


Figura 101 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 190 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

cu [kPa]

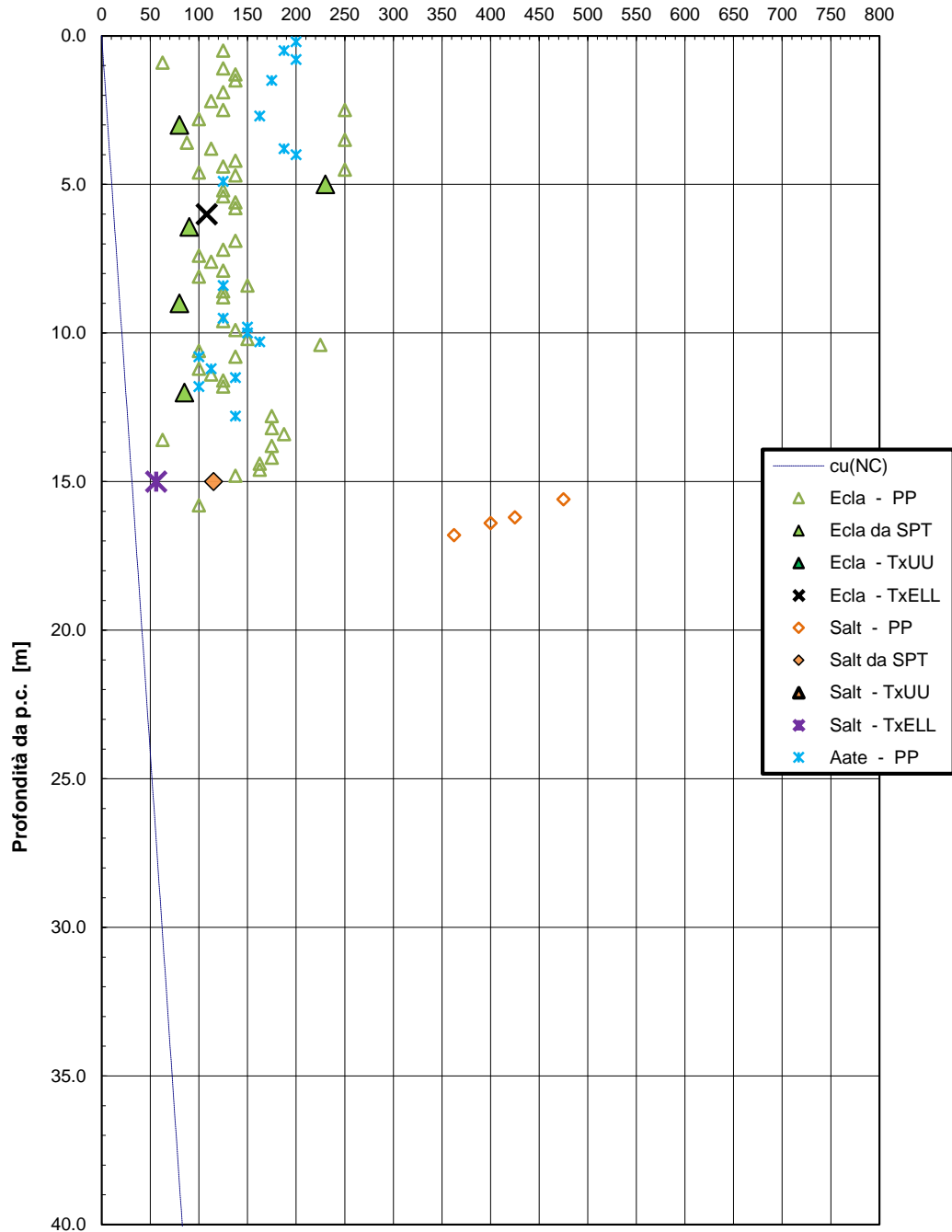


Figura 102 – Resistenza al taglio non drenata

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 191 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.5.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 46 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	F <sub>SL</sub> (compr.)	F <sub>SL</sub> (traz.)	F <sub>SB</sub>
2 (A1+M1+R3)	3	1.70	1.15	1.25	1.35	1.96	2.13	2.3

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Qd) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

**Tabella 47 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione) Stratigrafia 1 (Spalla 1)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	2.	87.	4.	85.	35.
1.00	9.	175.	9.	175.	72.
1.50	19.	262.	13.	268.	111.
2.00	34.	350.	18.	367.	152.
2.50	54.	437.	22.	469.	195.
3.00	77.	525.	27.	575.	241.
3.50	105.	612.	31.	686.	289.
4.00	137.	700.	35.	802.	339.
4.50	174.	787.	40.	921.	391.
5.00	214.	875.	44.	1045.	445.
5.50	259.	962.	49.	1173.	502.
6.00	309.	1050.	53.	1305.	561.
6.50	362.	1137.	57.	1442.	622.
7.00	423.	1225.	62.	1585.	686.
7.50	505.	1751.	66.	2189.	953.
8.00	596.	2277.	71.	2803.	1224.
8.50	694.	2803.	75.	3422.	1498.
9.00	798.	3329.	80.	4048.	1775.
9.50	939.	3856.	84.	4711.	2072.
10.00	1263.	4213.	88.	5387.	2387.
10.50	1616.	4570.	93.	6093.	2719.
11.00	1969.	4927.	97.	6799.	3050.
11.50	2323.	5284.	102.	7505.	3381.
12.00	2676.	5641.	106.	8211.	3712.
12.50	3036.	5998.	110.	8923.	4046.
13.00	3430.	6313.	115.	9628.	4380.
13.50	3831.	6628.	119.	10340.	4717.
14.00	4231.	6944.	124.	11051.	5054.
14.50	4632.	7259.	128.	11763.	5391.
15.00	5032.	7574.	133.	12474.	5728.
15.50	5433.	7890.	137.	13186.	6065.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	192 di 654

16.00	5834.	8205.	141.	13897.	6402.
16.50	6234.	8520.	146.	14609.	6739.
17.00	6635.	8836.	150.	15320.	7076.
17.50	7035.	8836.	155.	15716.	7276.
18.00	7436.	8836.	159.	16112.	7476.
18.50	7836.	8836.	163.	16509.	7676.
19.00	8237.	8836.	168.	16905.	7876.
19.50	8637.	8836.	172.	17301.	8076.
20.00	9038.	8836.	177.	17697.	8276.
20.50	9439.	8836.	181.	18093.	8476.
21.00	9839.	8836.	186.	18489.	8676.
21.50	10240.	8836.	190.	18885.	8876.
22.00	10640.	8836.	194.	19282.	9076.
22.50	11041.	8836.	199.	19678.	9276.
23.00	11441.	8836.	203.	20074.	9476.
23.50	11842.	8836.	208.	20470.	9676.
24.00	12242.	8836.	212.	20866.	9876.
24.50	12643.	8836.	216.	21262.	10076.
25.00	13044.	8836.	221.	21658.	10276.
25.50	13444.	8836.	225.	22055.	10476.
26.00	13845.	8836.	230.	22451.	10675.
26.50	14245.	8836.	234.	22847.	10875.
27.00	14646.	8836.	239.	23243.	11075.
27.50	15046.	8836.	243.	23639.	11275.
28.00	15447.	8836.	247.	24035.	11475.
28.50	15847.	8836.	252.	24431.	11675.
29.00	16248.	8836.	256.	24827.	11875.
29.50	16649.	8836.	261.	25224.	12075.
30.00	17049.	8836.	265.	25620.	12275.
30.50	17450.	8836.	269.	26016.	12475.
31.00	17850.	8836.	274.	26412.	12675.
31.50	18251.	8836.	278.	26808.	12875.
32.00	18651.	8836.	283.	27204.	13075.
32.50	19052.	8836.	287.	27600.	13275.
33.00	19452.	8836.	292.	27997.	13475.
33.50	19853.	8836.	296.	28393.	13675.
34.00	20254.	8836.	300.	28789.	13875.
34.50	20654.	8836.	305.	29185.	14075.
35.00	21055.	8836.	309.	29581.	14275.
35.50	21455.	8836.	314.	29977.	14474.
36.00	21856.	8836.	318.	30373.	14674.
36.50	22256.	8836.	323.	30770.	14874.
37.00	22657.	8836.	327.	31166.	15074.
37.50	23057.	8836.	331.	31562.	15274.
38.00	23458.	8836.	336.	31958.	15474.
38.50	23859.	8836.	340.	32354.	15674.
39.00	24259.	8836.	345.	32750.	15874.
39.50	24660.	8836.	349.	33146.	16074.
40.00	25060.	8836.	353.	33542.	16274.

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

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 193 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 48 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 2 (pile P1, P2)**

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 Capacità 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.	1272.	0.	1272.	553.
.50	3.	1322.	4.	1321.	572.
1.00	12.	1372.	9.	1375.	594.
1.50	26.	1422.	13.	1435.	618.
2.00	47.	1472.	18.	1501.	646.
2.50	73.	1522.	22.	1573.	677.
3.00	105.	1572.	27.	1650.	710.
3.50	143.	1622.	31.	1734.	747.
4.00	187.	1672.	35.	1823.	787.
4.50	236.	1722.	40.	1918.	829.
5.00	292.	1772.	44.	2019.	875.
5.50	353.	1821.	49.	2126.	923.
6.00	420.	1871.	53.	2238.	975.
6.50	493.	2322.	57.	2758.	1204.
7.00	573.	2773.	62.	3284.	1436.
7.50	659.	3223.	66.	3816.	1671.
8.00	752.	3674.	71.	4355.	1910.
8.50	882.	4125.	75.	4932.	2168.
9.00	1204.	4452.	80.	5576.	2470.
9.50	1558.	4779.	84.	6252.	2788.
10.00	1911.	5106.	88.	6929.	3107.
10.50	2264.	5433.	93.	7605.	3425.
11.00	2618.	5760.	97.	8281.	3743.
11.50	2977.	6087.	102.	8963.	4064.
12.00	3372.	6393.	106.	9658.	4394.
12.50	3772.	6698.	110.	10360.	4726.
13.00	4173.	7003.	115.	11062.	5059.
13.50	4574.	7309.	119.	11763.	5392.
14.00	4974.	7614.	124.	12465.	5725.
14.50	5375.	7920.	128.	13166.	6057.
15.00	5775.	8225.	133.	13868.	6390.
15.50	6176.	8530.	137.	14569.	6723.
16.00	6576.	8836.	141.	15271.	7056.
16.50	6977.	8836.	146.	15667.	7255.
17.00	7377.	8836.	150.	16063.	7455.
17.50	7778.	8836.	155.	16459.	7655.
18.00	8179.	8836.	159.	16855.	7855.
18.50	8579.	8836.	163.	17251.	8055.
19.00	8980.	8836.	168.	17647.	8255.
19.50	9380.	8836.	172.	18044.	8455.
20.00	9781.	8836.	177.	18440.	8655.
20.50	10181.	8836.	181.	18836.	8855.
21.00	10582.	8836.	186.	19232.	9055.
21.50	10982.	8836.	190.	19628.	9255.
22.00	11383.	8836.	194.	20024.	9455.
22.50	11784.	8836.	199.	20420.	9655.
23.00	12184.	8836.	203.	20817.	9855.
23.50	12585.	8836.	208.	21213.	10055.
24.00	12985.	8836.	212.	21609.	10255.
24.50	13386.	8836.	216.	22005.	10455.
25.00	13786.	8836.	221.	22401.	10655.
25.50	14187.	8836.	225.	22797.	10854.
26.00	14587.	8836.	230.	23193.	11054.
26.50	14988.	8836.	234.	23590.	11254.
27.00	15388.	8836.	239.	23986.	11454.
27.50	15789.	8836.	243.	24382.	11654.
28.00	16190.	8836.	247.	24778.	11854.
28.50	16590.	8836.	252.	25174.	12054.
29.00	16991.	8836.	256.	25570.	12254.
29.50	17391.	8836.	261.	25966.	12454.
30.00	17792.	8836.	265.	26362.	12654.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 194 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	18192.	8836.	269.	26759.	12854.
31.00	18593.	8836.	274.	27155.	13054.
31.50	18993.	8836.	278.	27551.	13254.
32.00	19394.	8836.	283.	27947.	13454.
32.50	19795.	8836.	287.	28343.	13654.
33.00	20195.	8836.	292.	28739.	13854.
33.50	20596.	8836.	296.	29135.	14054.
34.00	20996.	8836.	300.	29532.	14254.
34.50	21397.	8836.	305.	29928.	14454.
35.00	21797.	8836.	309.	30324.	14653.
35.50	22198.	8836.	314.	30720.	14853.
36.00	22598.	8836.	318.	31116.	15053.
36.50	22999.	8836.	323.	31512.	15253.
37.00	23400.	8836.	327.	31908.	15453.
37.50	23800.	8836.	331.	32305.	15653.
38.00	24201.	8836.	336.	32701.	15853.
38.50	24601.	8836.	340.	33097.	16053.
39.00	25002.	8836.	345.	33493.	16253.
39.50	25402.	8836.	349.	33889.	16453.
40.00	25803.	8836.	353.	34285.	16653.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 49 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 3 (Spalla 2+P3+P4)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 Capacità 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.	1272.	0.	1272.	553.
.50	3.	1322.	4.	1320.	572.
1.00	12.	1371.	9.	1374.	593.
1.50	26.	1421.	13.	1434.	618.
2.00	47.	1470.	18.	1499.	645.
2.50	73.	1520.	22.	1571.	676.
3.00	105.	1570.	27.	1648.	709.
3.50	143.	1619.	31.	1731.	746.
4.00	187.	1669.	35.	1820.	785.
4.50	236.	1718.	40.	1915.	828.
5.00	292.	1768.	44.	2015.	873.
5.50	353.	1817.	49.	2121.	921.
6.00	420.	1867.	53.	2234.	973.
6.50	493.	1916.	57.	2352.	1027.
7.00	571.	1966.	62.	2475.	1084.
7.50	656.	2015.	66.	2605.	1145.
8.00	746.	2065.	71.	2741.	1208.
8.50	843.	2114.	75.	2882.	1274.
9.00	945.	2164.	80.	3029.	1343.
9.50	1053.	2213.	84.	3182.	1415.
10.00	1165.	2263.	88.	3340.	1490.
10.50	1281.	2313.	93.	3500.	1566.
11.00	1398.	2362.	97.	3663.	1643.
11.50	1517.	2412.	102.	3827.	1721.
12.00	1638.	2461.	106.	3993.	1800.
12.50	1761.	2511.	110.	4161.	1879.
13.00	1886.	2560.	115.	4331.	1960.
13.50	2012.	2610.	119.	4503.	2042.
14.00	2141.	2659.	124.	4677.	2125.
14.50	2272.	2709.	128.	4853.	2209.
15.00	2405.	2758.	133.	5030.	2294.
15.50	2539.	2808.	137.	5210.	2379.
16.00	2676.	2857.	141.	5392.	2466.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	195 di 654

16.50	2814.	2907.	146.	5575.	2554.
17.00	2962.	2956.	150.	5768.	2646.
17.50	3156.	3328.	155.	6329.	2902.
18.00	3364.	3699.	159.	6904.	3165.
18.50	3578.	4070.	163.	7485.	3432.
19.00	3799.	4441.	168.	8072.	3701.
19.50	4042.	4812.	172.	8682.	3982.
20.00	4380.	5063.	177.	9266.	4259.
20.50	4734.	5313.	181.	9866.	4544.
21.00	5087.	5564.	186.	10466.	4829.
21.50	5441.	5815.	190.	11066.	5114.
22.00	5794.	6066.	194.	11665.	5399.
22.50	6153.	6316.	199.	12271.	5687.
23.00	6548.	6596.	203.	12941.	6006.
23.50	6949.	6876.	208.	13617.	6327.
24.00	7349.	7156.	212.	14293.	6649.
24.50	7750.	7436.	216.	14969.	6971.
25.00	8150.	7716.	221.	15645.	7292.
25.50	8551.	7996.	225.	16321.	7614.
26.00	8951.	8276.	230.	16997.	7935.
26.50	9352.	8556.	234.	17674.	8257.
27.00	9752.	8836.	239.	18350.	8579.
27.50	10153.	8836.	243.	18746.	8779.
28.00	10554.	8836.	247.	19142.	8979.
28.50	10954.	8836.	252.	19538.	9179.
29.00	11355.	8836.	256.	19934.	9379.
29.50	11755.	8836.	261.	20330.	9579.
30.00	12156.	8836.	265.	20726.	9778.
30.50	12556.	8836.	269.	21123.	9978.
31.00	12957.	8836.	274.	21519.	10178.
31.50	13357.	8836.	278.	21915.	10378.
32.00	13758.	8836.	283.	22311.	10578.
32.50	14159.	8836.	287.	22707.	10778.
33.00	14559.	8836.	292.	23103.	10978.
33.50	14960.	8836.	296.	23499.	11178.
34.00	15360.	8836.	300.	23895.	11378.
34.50	15761.	8836.	305.	24292.	11578.
35.00	16161.	8836.	309.	24688.	11778.
35.50	16562.	8836.	314.	25084.	11978.
36.00	16962.	8836.	318.	25480.	12178.
36.50	17363.	8836.	323.	25876.	12378.
37.00	17763.	8836.	327.	26272.	12578.
37.50	18164.	8836.	331.	26668.	12778.
38.00	18565.	8836.	336.	27065.	12978.
38.50	18965.	8836.	340.	27461.	13178.
39.00	19366.	8836.	345.	27857.	13377.
39.50	19766.	8836.	349.	28253.	13577.
40.00	20167.	8836.	353.	28649.	13777.

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)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 196 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 50 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione) Stratigrafia 1 (Spalla 1)**

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	2.	0.	-13.	15.	14.
1.00	6.	0.	-27.	33.	29.
1.50	14.	0.	-40.	54.	46.
2.00	24.	0.	-53.	78.	65.
2.50	38.	0.	-66.	105.	84.
3.00	55.	0.	-80.	135.	105.
3.50	75.	0.	-93.	168.	128.
4.00	98.	0.	-106.	204.	152.
4.50	124.	0.	-119.	243.	177.
5.00	153.	0.	-133.	286.	204.
5.50	185.	0.	-146.	331.	233.
6.00	220.	0.	-159.	379.	263.
6.50	259.	0.	-172.	431.	294.
7.00	305.	0.	-186.	490.	329.
7.50	385.	0.	-199.	584.	379.
8.00	476.	0.	-212.	688.	436.
8.50	574.	0.	-225.	799.	495.
9.00	678.	0.	-239.	917.	557.
9.50	819.	0.	-252.	1071.	636.
10.00	1143.	0.	-265.	1408.	801.
10.50	1496.	0.	-278.	1774.	981.
11.00	1849.	0.	-292.	2141.	1160.
11.50	2203.	0.	-305.	2508.	1339.
12.00	2556.	0.	-318.	2874.	1518.
12.50	2916.	0.	-331.	3247.	1700.
13.00	3310.	0.	-345.	3655.	1899.
13.50	3711.	0.	-358.	4069.	2100.
14.00	4111.	0.	-371.	4482.	2301.
14.50	4512.	0.	-384.	4896.	2503.
15.00	4913.	0.	-398.	5310.	2704.
15.50	5313.	0.	-411.	5724.	2905.
16.00	5714.	0.	-424.	6138.	3107.
16.50	6114.	0.	-437.	6552.	3308.
17.00	6515.	0.	-451.	6965.	3509.
17.50	6915.	0.	-464.	7379.	3710.
18.00	7316.	0.	-477.	7793.	3912.
18.50	7716.	0.	-490.	8207.	4113.
19.00	8117.	0.	-504.	8621.	4314.
19.50	8517.	0.	-517.	9034.	4516.
20.00	8918.	0.	-530.	9448.	4717.
20.50	9319.	0.	-543.	9862.	4918.
21.00	9719.	0.	-557.	10276.	5120.
21.50	10120.	0.	-570.	10690.	5321.
22.00	10520.	0.	-583.	11103.	5522.
22.50	10921.	0.	-596.	11517.	5724.
23.00	11321.	0.	-610.	11931.	5925.
23.50	11722.	0.	-623.	12345.	6126.
24.00	12122.	0.	-636.	12759.	6327.
24.50	12523.	0.	-649.	13172.	6529.
25.00	12924.	0.	-663.	13586.	6730.
25.50	13324.	0.	-676.	14000.	6931.
26.00	13725.	0.	-689.	14414.	7133.
26.50	14125.	0.	-702.	14828.	7334.
27.00	14526.	0.	-716.	15241.	7535.
27.50	14926.	0.	-729.	15655.	7737.
28.00	15327.	0.	-742.	16069.	7938.
28.50	15727.	0.	-755.	16483.	8139.
29.00	16128.	0.	-769.	16897.	8341.
29.50	16529.	0.	-782.	17310.	8542.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 197 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.00	16929.	0.	-795.	17724.	8743.
30.50	17330.	0.	-808.	18138.	8944.
31.00	17730.	0.	-822.	18552.	9146.
31.50	18131.	0.	-835.	18966.	9347.
32.00	18531.	0.	-848.	19380.	9548.
32.50	18932.	0.	-861.	19793.	9750.
33.00	19332.	0.	-875.	20207.	9951.
33.50	19733.	0.	-888.	20621.	10152.
34.00	20134.	0.	-901.	21035.	10354.
34.50	20534.	0.	-914.	21449.	10555.
35.00	20935.	0.	-928.	21862.	10756.
35.50	21335.	0.	-941.	22276.	10958.
36.00	21736.	0.	-954.	22690.	11159.
36.50	22136.	0.	-968.	23104.	11360.
37.00	22537.	0.	-981.	23518.	11561.
37.50	22937.	0.	-994.	23931.	11763.
38.00	23338.	0.	-1007.	24345.	11964.
38.50	23739.	0.	-1021.	24759.	12165.
39.00	24139.	0.	-1034.	25173.	12367.
39.50	24540.	0.	-1047.	25587.	12568.
40.00	24940.	0.	-1060.	26000.	12769.

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

**Tabella 51 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 2 (pile P1, P2)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	573.	0.	-186.	758.	454.
7.50	659.	0.	-199.	858.	508.
8.00	752.	0.	-212.	964.	565.
8.50	882.	0.	-225.	1107.	639.
9.00	1204.	0.	-239.	1443.	804.
9.50	1558.	0.	-252.	1809.	983.
10.00	1911.	0.	-265.	2176.	1162.
10.50	2264.	0.	-278.	2543.	1341.
11.00	2618.	0.	-292.	2909.	1521.
11.50	2977.	0.	-305.	3282.	1703.
12.00	3372.	0.	-318.	3690.	1901.
12.50	3772.	0.	-331.	4104.	2102.
13.00	4173.	0.	-345.	4518.	2304.
13.50	4574.	0.	-358.	4931.	2505.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	198 di 654

14.00	4974.	0.	-371.	5345.	2706.
14.50	5375.	0.	-384.	5759.	2908.
15.00	5775.	0.	-398.	6173.	3109.
15.50	6176.	0.	-411.	6587.	3310.
16.00	6576.	0.	-424.	7000.	3512.
16.50	6977.	0.	-437.	7414.	3713.
17.00	7377.	0.	-451.	7828.	3914.
17.50	7778.	0.	-464.	8242.	4116.
18.00	8179.	0.	-477.	8656.	4317.
18.50	8579.	0.	-490.	9069.	4518.
19.00	8980.	0.	-504.	9483.	4719.
19.50	9380.	0.	-517.	9897.	4921.
20.00	9781.	0.	-530.	10311.	5122.
20.50	10181.	0.	-543.	10725.	5323.
21.00	10582.	0.	-557.	11138.	5525.
21.50	10982.	0.	-570.	11552.	5726.
22.00	11383.	0.	-583.	11966.	5927.
22.50	11784.	0.	-596.	12380.	6129.
23.00	12184.	0.	-610.	12794.	6330.
23.50	12585.	0.	-623.	13208.	6531.
24.00	12985.	0.	-636.	13621.	6732.
24.50	13386.	0.	-649.	14035.	6934.
25.00	13786.	0.	-663.	14449.	7135.
25.50	14187.	0.	-676.	14863.	7336.
26.00	14587.	0.	-689.	15277.	7538.
26.50	14988.	0.	-702.	15690.	7739.
27.00	15388.	0.	-716.	16104.	7940.
27.50	15789.	0.	-729.	16518.	8142.
28.00	16190.	0.	-742.	16932.	8343.
28.50	16590.	0.	-755.	17346.	8544.
29.00	16991.	0.	-769.	17759.	8746.
29.50	17391.	0.	-782.	18173.	8947.
30.00	17792.	0.	-795.	18587.	9148.
30.50	18192.	0.	-808.	19001.	9349.
31.00	18593.	0.	-822.	19415.	9551.
31.50	18993.	0.	-835.	19828.	9752.
32.00	19394.	0.	-848.	20242.	9953.
32.50	19795.	0.	-861.	20656.	10155.
33.00	20195.	0.	-875.	21070.	10356.
33.50	20596.	0.	-888.	21484.	10557.
34.00	20996.	0.	-901.	21897.	10759.
34.50	21397.	0.	-914.	22311.	10960.
35.00	21797.	0.	-928.	22725.	11161.
35.50	22198.	0.	-941.	23139.	11363.
36.00	22598.	0.	-954.	23553.	11564.
36.50	22999.	0.	-968.	23967.	11765.
37.00	23400.	0.	-981.	24380.	11966.
37.50	23800.	0.	-994.	24794.	12168.
38.00	24201.	0.	-1007.	25208.	12369.
38.50	24601.	0.	-1021.	25622.	12570.
39.00	25002.	0.	-1034.	26036.	12772.
39.50	25402.	0.	-1047.	26449.	12973.
40.00	25803.	0.	-1060.	26863.	13174.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 199 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 52 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 3 (Spalla 2+P3+P4)**

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	571.	0.	-186.	757.	454.
7.50	656.	0.	-199.	855.	507.
8.00	746.	0.	-212.	958.	562.
8.50	843.	0.	-225.	1068.	621.
9.00	945.	0.	-239.	1183.	682.
9.50	1053.	0.	-252.	1304.	746.
10.00	1165.	0.	-265.	1431.	812.
10.50	1281.	0.	-278.	1559.	880.
11.00	1398.	0.	-292.	1689.	948.
11.50	1517.	0.	-305.	1822.	1017.
12.00	1638.	0.	-318.	1956.	1087.
12.50	1761.	0.	-331.	2092.	1158.
13.00	1886.	0.	-345.	2230.	1230.
13.50	2012.	0.	-358.	2370.	1303.
14.00	2141.	0.	-371.	2512.	1376.
14.50	2272.	0.	-384.	2656.	1451.
15.00	2405.	0.	-398.	2802.	1527.
15.50	2539.	0.	-411.	2950.	1603.
16.00	2676.	0.	-424.	3100.	1680.
16.50	2814.	0.	-437.	3251.	1759.
17.00	2962.	0.	-451.	3412.	1841.
17.50	3156.	0.	-464.	3620.	1946.
18.00	3364.	0.	-477.	3841.	2056.
18.50	3578.	0.	-490.	4069.	2170.
19.00	3799.	0.	-504.	4303.	2287.
19.50	4042.	0.	-517.	4559.	2415.
20.00	4380.	0.	-530.	4910.	2587.
20.50	4734.	0.	-543.	5277.	2766.
21.00	5087.	0.	-557.	5644.	2945.
21.50	5441.	0.	-570.	6010.	3124.
22.00	5794.	0.	-583.	6377.	3303.
22.50	6153.	0.	-596.	6750.	3485.
23.00	6548.	0.	-610.	7158.	3684.
23.50	6949.	0.	-623.	7571.	3885.
24.00	7349.	0.	-636.	7985.	4086.
24.50	7750.	0.	-649.	8399.	4288.
25.00	8150.	0.	-663.	8813.	4489.
25.50	8551.	0.	-676.	9227.	4690.
26.00	8951.	0.	-689.	9641.	4892.
26.50	9352.	0.	-702.	10054.	5093.
27.00	9752.	0.	-716.	10468.	5294.
27.50	10153.	0.	-729.	10882.	5496.
28.00	10554.	0.	-742.	11296.	5697.
28.50	10954.	0.	-755.	11710.	5898.
29.00	11355.	0.	-769.	12123.	6100.
29.50	11755.	0.	-782.	12537.	6301.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 200 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.00	12156.	0.	-795.	12951.	6502.
30.50	12556.	0.	-808.	13365.	6703.
31.00	12957.	0.	-822.	13779.	6905.
31.50	13357.	0.	-835.	14192.	7106.
32.00	13758.	0.	-848.	14606.	7307.
32.50	14159.	0.	-861.	15020.	7509.
33.00	14559.	0.	-875.	15434.	7710.
33.50	14960.	0.	-888.	15848.	7911.
34.00	15360.	0.	-901.	16261.	8113.
34.50	15761.	0.	-914.	16675.	8314.
35.00	16161.	0.	-928.	17089.	8515.
35.50	16562.	0.	-941.	17503.	8717.
36.00	16962.	0.	-954.	17917.	8918.
36.50	17363.	0.	-968.	18330.	9119.
37.00	17763.	0.	-981.	18744.	9320.
37.50	18164.	0.	-994.	19158.	9522.
38.00	18565.	0.	-1007.	19572.	9723.
38.50	18965.	0.	-1021.	19986.	9924.
39.00	19366.	0.	-1034.	20399.	10126.
39.50	19766.	0.	-1047.	20813.	10327.
40.00	20167.	0.	-1060.	21227.	10528.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 201 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7.6 VIADOTTO S. ANNA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 2+156.83 e 2+256.83. L'opera è costituita da due spalle e da tre pile.

### 7.6.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P24 di lunghezza 13.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio BH17 di lunghezza 25.0 m, appartenente alla campagna del 2004;
- sondaggio X3.9 di lunghezza 27.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Il sondaggio BH17 è stato attrezzato con piezometro del tipo a tubo aperto, mentre il sondaggio X3.9 con inclinometro.

Nella carta geomorfologica in corrispondenza della spalla 1 è segnalato un piccolo movimento franoso ed in corrispondenza delle pile 2 e 3 è segnalata una frana PAI R1-P1 (codice F-16-0945). Si tratta di piccoli corpi di frana quiescente che interessano le coltri superficiali coesive.

L'inclinometro X3.9 è stato collocato più a monte del tracciato (per problematiche di accesso) ed evidenzia un piccolo movimento (5 mm) di spessore 5 m circa che coinvolge una scarpata delimitata dai fossi di scolo della zona, più a monte rispetto al tracciato stradale.

Nel caso in esame lo spessore della coltre coinvolta da movimento, interessa eventualmente il plinto di fondazione ma non i pali di fondazione. Comunque cautelativamente nella portanza pali di queste fondazioni, si considera la quota testa palo a p.c. (come se il terreno fino a testa palo non fosse presente).

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 53 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLE e PILE)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	qb [kPa]
a – coltri di frana quiescente	0.0÷5.0	19.0	-	50	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi	5.0÷13.0	19.0	-	100÷130	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Salt – Alterazione del substrato	13.0÷15.5	20.0	-	250	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>15.5	23.0	-	-	150 per $z \leq 18.5$ m 170 per $z > 18.5$ m	4000 per $z \leq 18.5$ m 5000 per $z > 18.5$ m

Falda: a p.c.

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 202 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

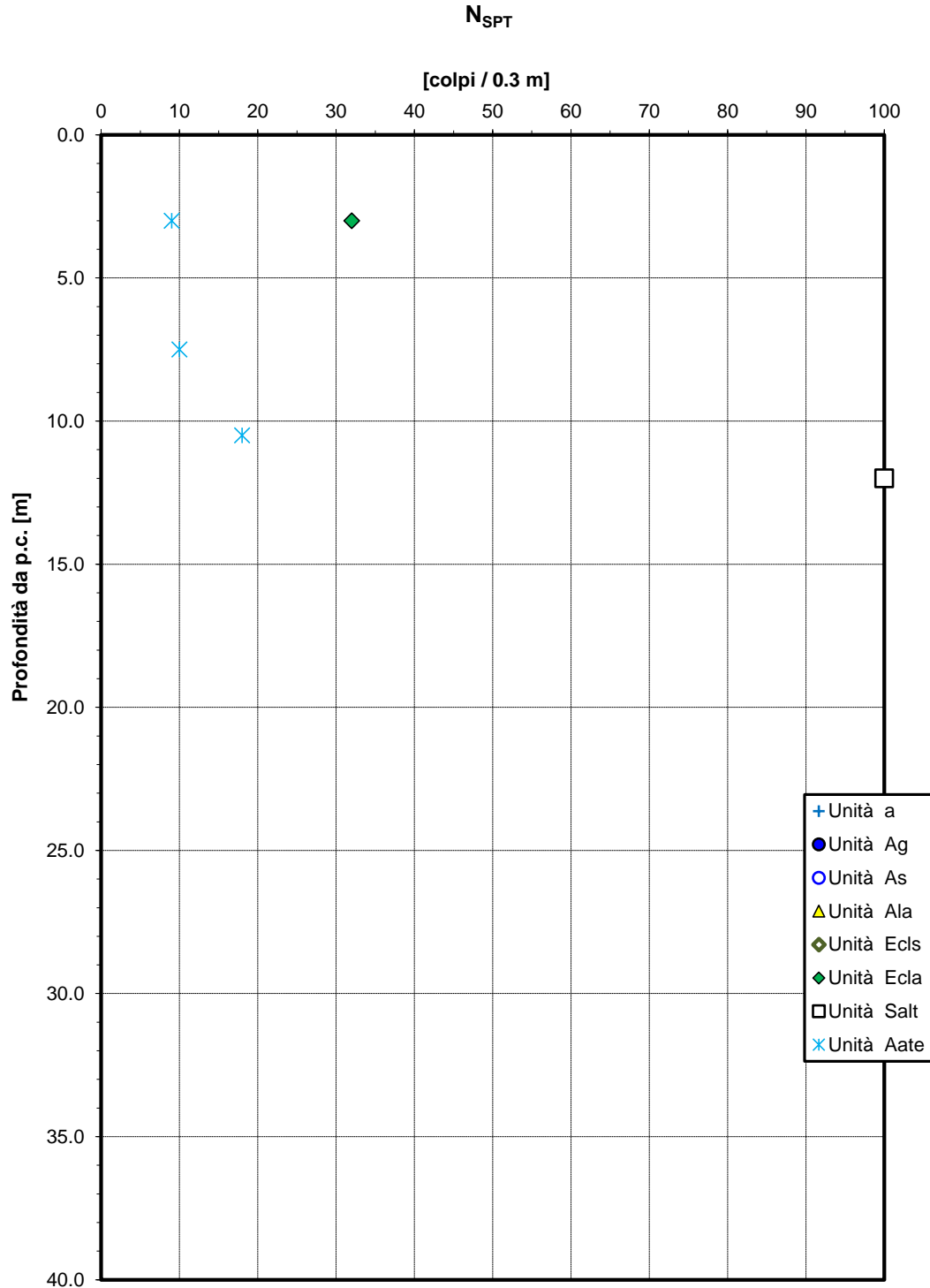


Figura 103 – Valori di N<sub>SPT</sub>

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 203 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

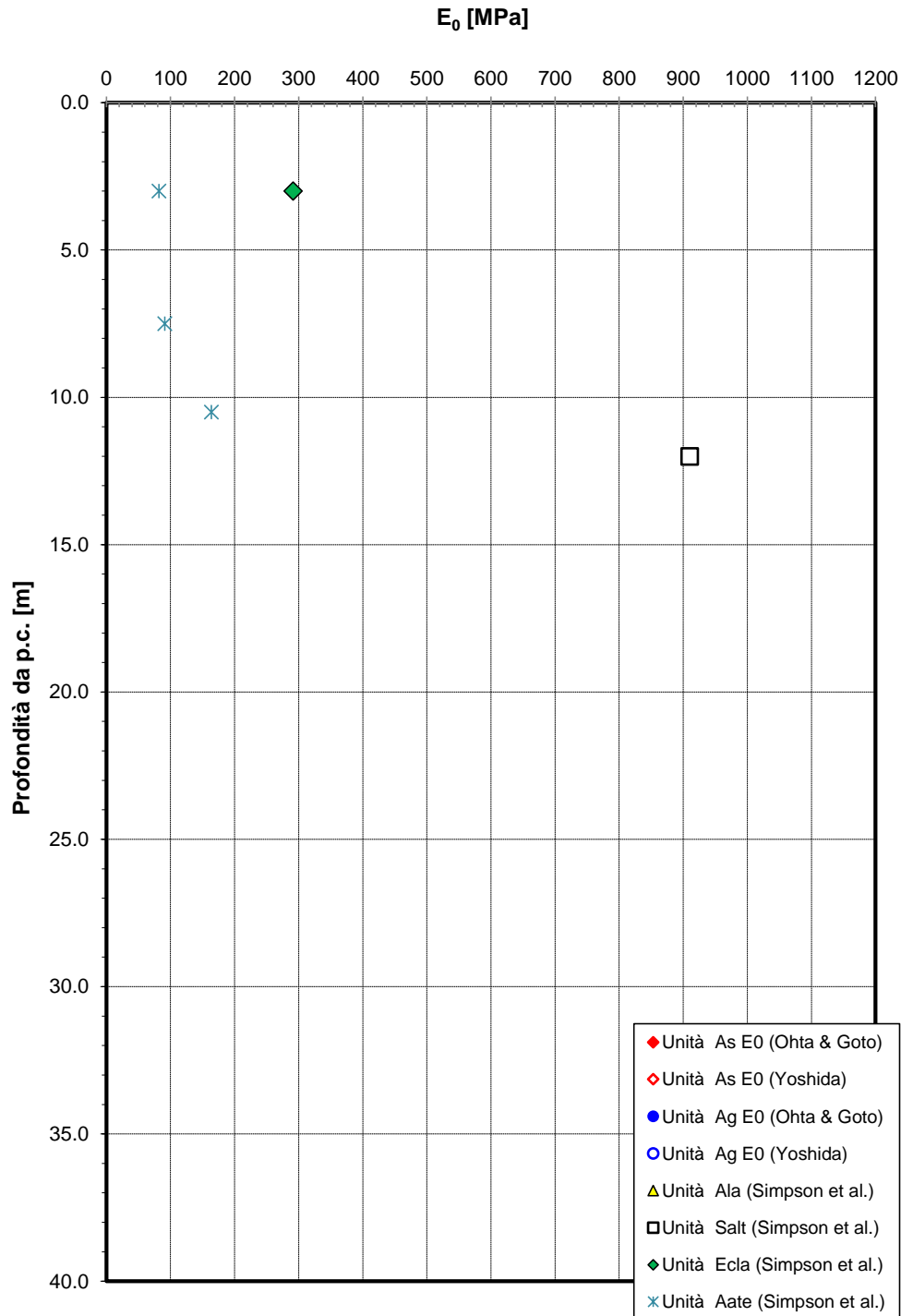


Figura 104 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 204 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

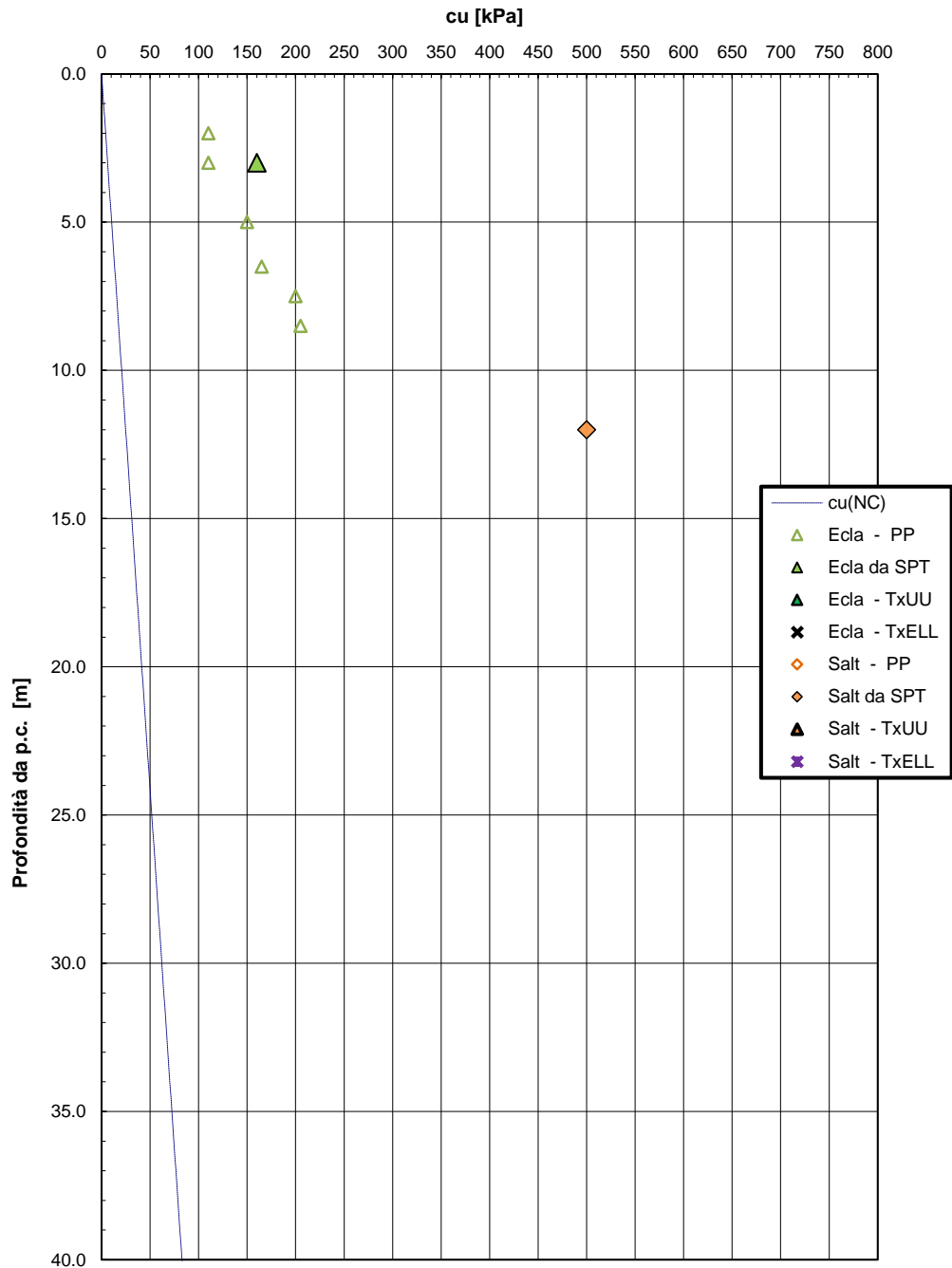


Figura 105 – Resistenza al taglio non drenata



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 205 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.6.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 54 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{SL}$ (compr.)	$F_{SL}$ (traz.)	$F_{SB}$
2 (A1+M1+R3)	1	1.70	1.15	1.25	1.35	1.96	2.13	2.30

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

**Tabella 55 – VI S. Anna. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 1 (SPALLE e PILE)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
.00	0.	795.	0.	795.	346.
.50	3.	812.	4.	811.	350.
1.00	12.	829.	9.	832.	357.
1.50	26.	846.	13.	859.	368.
2.00	47.	862.	18.	891.	381.
2.50	73.	879.	22.	930.	397.
3.00	105.	896.	27.	974.	417.
3.50	143.	913.	31.	1025.	439.
4.00	187.	930.	35.	1081.	464.
4.50	236.	946.	40.	1143.	492.
5.00	292.	963.	44.	1210.	523.
5.50	353.	1098.	49.	1402.	609.
6.00	420.	1233.	53.	1600.	697.
6.50	493.	1368.	57.	1803.	789.
7.00	571.	1503.	62.	2013.	883.
7.50	656.	1638.	66.	2228.	981.
8.00	746.	1773.	71.	2449.	1081.
8.50	843.	1908.	75.	2675.	1184.
9.00	945.	2043.	80.	2908.	1291.
9.50	1052.	2178.	84.	3146.	1400.
10.00	1163.	2224.	88.	3300.	1472.
10.50	1276.	2271.	93.	3455.	1546.
11.00	1391.	2318.	97.	3611.	1620.
11.50	1507.	2364.	102.	3770.	1695.
12.00	1625.	2411.	106.	3930.	1771.
12.50	1745.	2457.	110.	4092.	1848.
13.00	1870.	2504.	115.	4260.	1928.
13.50	2022.	2734.	119.	4636.	2101.
14.00	2183.	2964.	124.	5023.	2279.
14.50	2351.	3193.	128.	5416.	2460.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	206 di 654

15.00	2525.	3423.	133.	5816.	2644.
15.50	2727.	3653.	137.	6243.	2843.
16.00	3059.	4032.	141.	6950.	3173.
16.50	3413.	4412.	146.	7679.	3514.
17.00	3766.	4791.	150.	8407.	3854.
17.50	4120.	5171.	155.	9136.	4195.
18.00	4473.	5550.	159.	9864.	4536.
18.50	4832.	5930.	163.	10599.	4880.
19.00	5227.	6253.	168.	11312.	5218.
19.50	5628.	6576.	172.	12031.	5558.
20.00	6028.	6899.	177.	12750.	5898.
20.50	6429.	7221.	181.	13469.	6239.
21.00	6829.	7544.	186.	14188.	6579.
21.50	7230.	7867.	190.	14907.	6919.
22.00	7630.	8190.	194.	15626.	7260.
22.50	8031.	8513.	199.	16345.	7600.
23.00	8431.	8836.	203.	17064.	7940.
23.50	8832.	8836.	208.	17460.	8140.
24.00	9233.	8836.	212.	17856.	8340.
24.50	9633.	8836.	216.	18252.	8540.
25.00	10034.	8836.	221.	18648.	8740.
25.50	10434.	8836.	225.	19045.	8940.
26.00	10835.	8836.	230.	19441.	9140.
26.50	11235.	8836.	234.	19837.	9340.
27.00	11636.	8836.	239.	20233.	9540.
27.50	12036.	8836.	243.	20629.	9740.
28.00	12437.	8836.	247.	21025.	9940.
28.50	12838.	8836.	252.	21421.	10140.
29.00	13238.	8836.	256.	21818.	10340.
29.50	13639.	8836.	261.	22214.	10539.
30.00	14039.	8836.	265.	22610.	10739.
30.50	14440.	8836.	269.	23006.	10939.
31.00	14840.	8836.	274.	23402.	11139.
31.50	15241.	8836.	278.	23798.	11339.
32.00	15641.	8836.	283.	24194.	11539.
32.50	16042.	8836.	287.	24591.	11739.
33.00	16443.	8836.	292.	24987.	11939.
33.50	16843.	8836.	296.	25383.	12139.
34.00	17244.	8836.	300.	25779.	12339.
34.50	17644.	8836.	305.	26175.	12539.
35.00	18045.	8836.	309.	26571.	12739.
35.50	18445.	8836.	314.	26967.	12939.
36.00	18846.	8836.	318.	27363.	13139.
36.50	19246.	8836.	323.	27760.	13339.
37.00	19647.	8836.	327.	28156.	13539.
37.50	20047.	8836.	331.	28552.	13739.
38.00	20448.	8836.	336.	28948.	13939.
38.50	20849.	8836.	340.	29344.	14138.
39.00	21249.	8836.	345.	29740.	14338.
39.50	21650.	8836.	349.	30136.	14538.
40.00	22050.	8836.	353.	30533.	14738.

-----

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q_{ll}/FS,1 + Q_{bl}/FS,b - Wp$

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 207 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 56 – VI S. Anna. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 1 (SPALLE e PILE)**

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S. Anna  
 Capacità 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	571.	0.	-186.	757.	454.
7.50	656.	0.	-199.	855.	507.
8.00	746.	0.	-212.	958.	562.
8.50	843.	0.	-225.	1068.	621.
9.00	945.	0.	-239.	1183.	682.
9.50	1052.	0.	-252.	1304.	746.
10.00	1163.	0.	-265.	1429.	811.
10.50	1276.	0.	-278.	1555.	878.
11.00	1391.	0.	-292.	1682.	945.
11.50	1507.	0.	-305.	1812.	1012.
12.00	1625.	0.	-318.	1943.	1081.
12.50	1745.	0.	-331.	2076.	1151.
13.00	1870.	0.	-345.	2215.	1223.
13.50	2022.	0.	-358.	2380.	1307.
14.00	2183.	0.	-371.	2554.	1396.
14.50	2351.	0.	-384.	2735.	1488.
15.00	2525.	0.	-398.	2923.	1583.
15.50	2727.	0.	-411.	3138.	1691.
16.00	3059.	0.	-424.	3483.	1860.
16.50	3413.	0.	-437.	3850.	2040.
17.00	3766.	0.	-451.	4217.	2219.
17.50	4120.	0.	-464.	4583.	2398.
18.00	4473.	0.	-477.	4950.	2577.
18.50	4832.	0.	-490.	5323.	2759.
19.00	5227.	0.	-504.	5731.	2958.
19.50	5628.	0.	-517.	6144.	3159.
20.00	6028.	0.	-530.	6558.	3360.
20.50	6429.	0.	-543.	6972.	3562.
21.00	6829.	0.	-557.	7386.	3763.
21.50	7230.	0.	-570.	7800.	3964.
22.00	7630.	0.	-583.	8214.	4165.
22.50	8031.	0.	-596.	8627.	4367.
23.00	8431.	0.	-610.	9041.	4568.
23.50	8832.	0.	-623.	9455.	4769.
24.00	9233.	0.	-636.	9869.	4971.
24.50	9633.	0.	-649.	10283.	5172.
25.00	10034.	0.	-663.	10696.	5373.
25.50	10434.	0.	-676.	11110.	5575.
26.00	10835.	0.	-689.	11524.	5776.
26.50	11235.	0.	-702.	11938.	5977.
27.00	11636.	0.	-716.	12352.	6179.
27.50	12036.	0.	-729.	12765.	6380.
28.00	12437.	0.	-742.	13179.	6581.
28.50	12838.	0.	-755.	13593.	6782.
29.00	13238.	0.	-769.	14007.	6984.
29.50	13639.	0.	-782.	14421.	7185.
30.00	14039.	0.	-795.	14834.	7386.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 208 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	14440.	0.	-808.	15248.	7588.
31.00	14840.	0.	-822.	15662.	7789.
31.50	15241.	0.	-835.	16076.	7990.
32.00	15641.	0.	-848.	16490.	8192.
32.50	16042.	0.	-861.	16903.	8393.
33.00	16443.	0.	-875.	17317.	8594.
33.50	16843.	0.	-888.	17731.	8796.
34.00	17244.	0.	-901.	18145.	8997.
34.50	17644.	0.	-914.	18559.	9198.
35.00	18045.	0.	-928.	18972.	9399.
35.50	18445.	0.	-941.	19386.	9601.
36.00	18846.	0.	-954.	19800.	9802.
36.50	19246.	0.	-968.	20214.	10003.
37.00	19647.	0.	-981.	20628.	10205.
37.50	20047.	0.	-994.	21042.	10406.
38.00	20448.	0.	-1007.	21455.	10607.
38.50	20849.	0.	-1021.	21869.	10809.
39.00	21249.	0.	-1034.	22283.	11010.
39.50	21650.	0.	-1047.	22697.	11211.
40.00	22050.	0.	-1060.	23111.	11413.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 209 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7.7 VIADOTTO S. PIETRO

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 2+630.97 e 2+730.97. L'opera è costituita da due spalle e tre pile.

### 7.7.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio X3.10 di lunghezza 15.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2017.

Il sondaggio è stato attrezzato con piezometro del tipo a tubo aperto. Mentre il sondaggio X3.10 è stato strumentato con tubo inclinometrico.

Dalla carta geomorfologica in corrispondenza della spalla 1 e pile 1, 2, 3 è segnalata una frana PAI (codice F-16-0944). L'inclinometro segnala un piccolo movimento (7 mm) per uno spessore di 2.5-3 m circa. Si tratta di un lento movimento che interessa le coltri più superficiali. Quindi nel caso in esame il terreno con frana coinvolge solo lo spessore del plinto e non i pali di fondazione. Comunque cautelativamente nella portanza dei pali si considera quota testa palo a p.c. (come se il terreno fino a testa palo non fosse presente).

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nella seguente tabella. Nella suddetta tabella si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 57 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	qb [kPa]
Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi	0.0÷15.0	19.0	-	20 z<5m 50÷120 z>5m	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Salt – Alterazione del substrato	15.0÷17.0	20.0	-	170	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>17.0	23.0	-	-	150 per z ≤ 20 m 170 per z > 20 m	4000 per z ≤ 20 m 5000 per z > 20 m
Falda: a p.c.						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 210 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

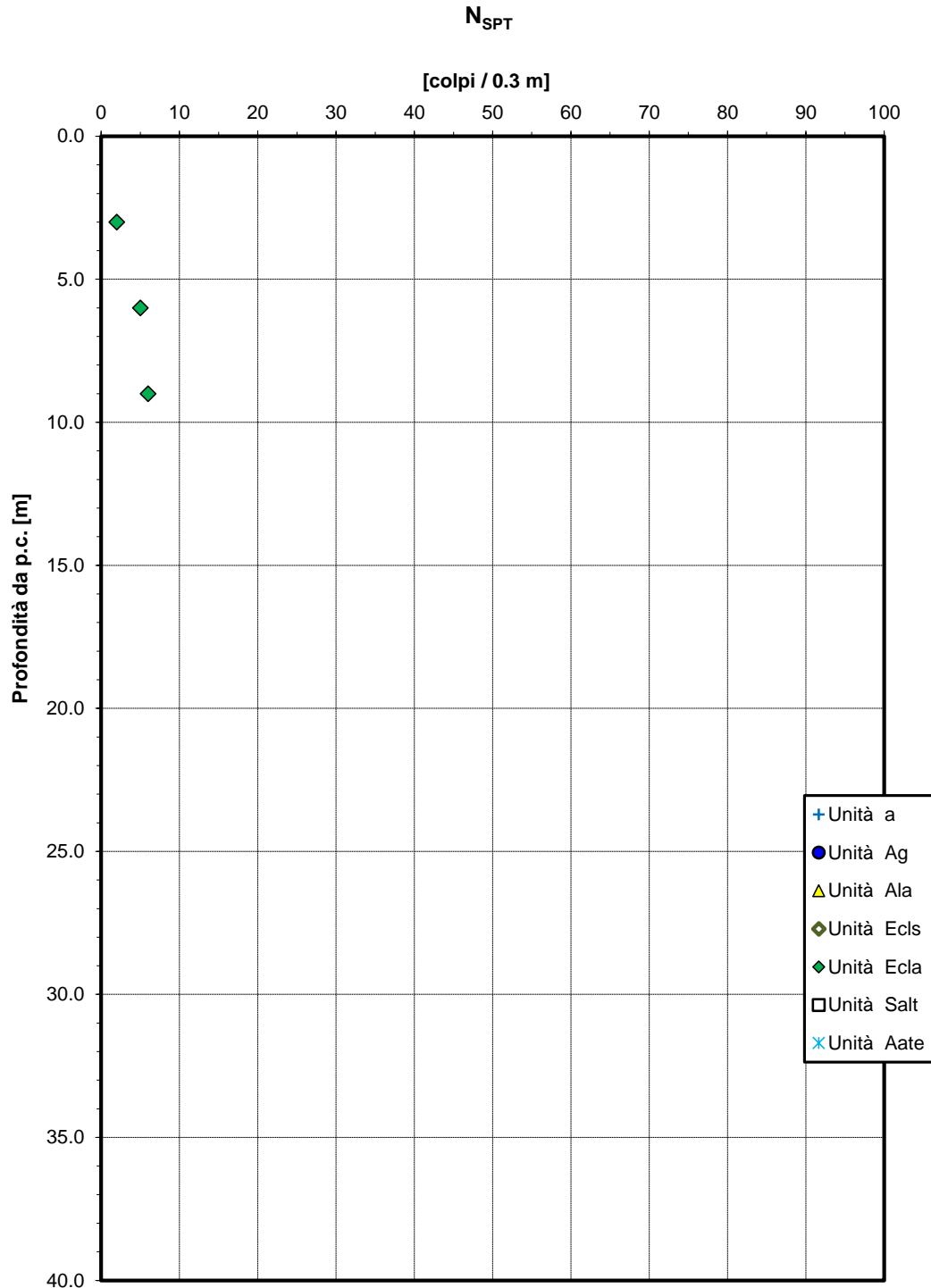


Figura 106 – Valori di  $N_{SPT}$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 211 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

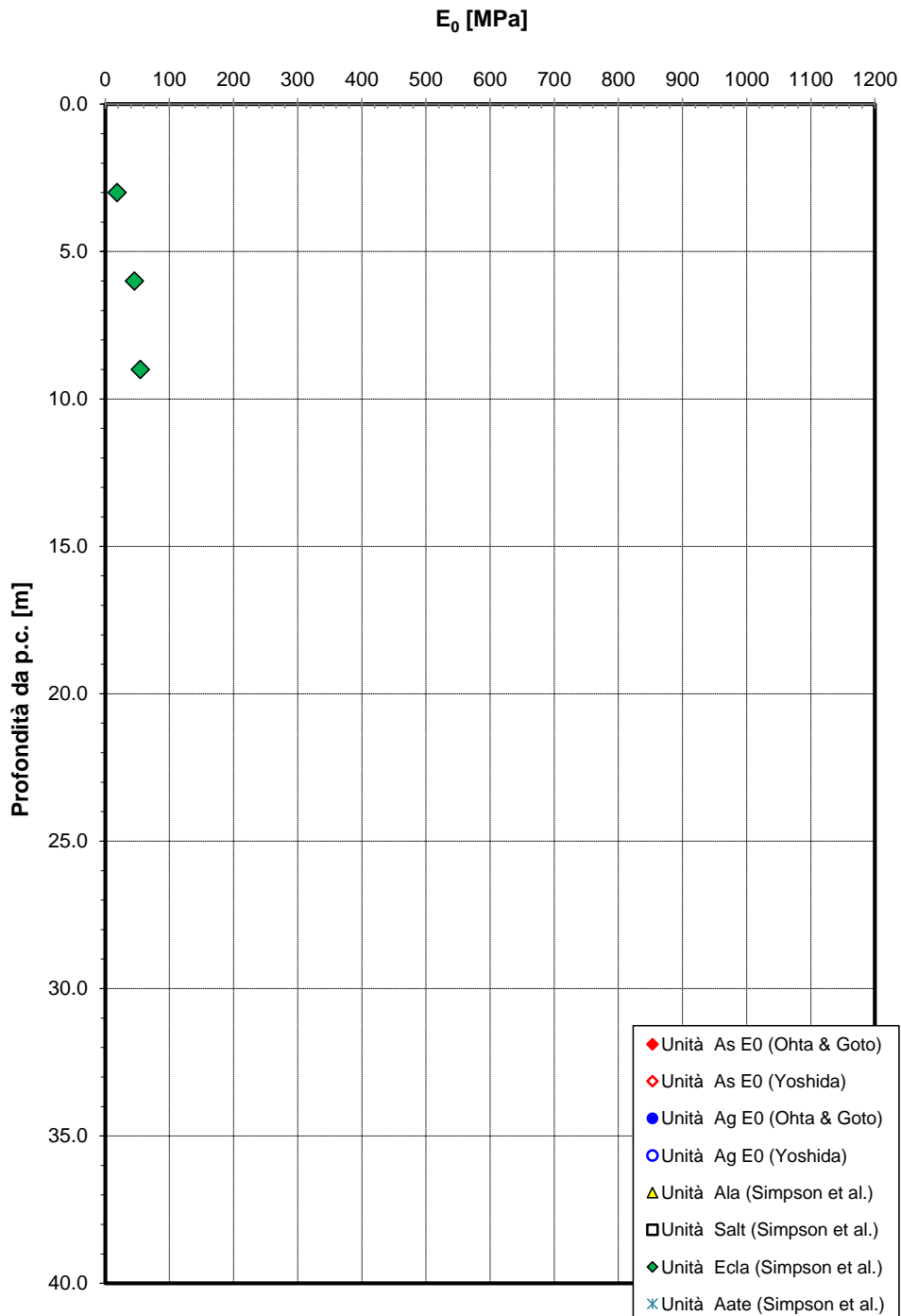


Figura 107 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 212 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

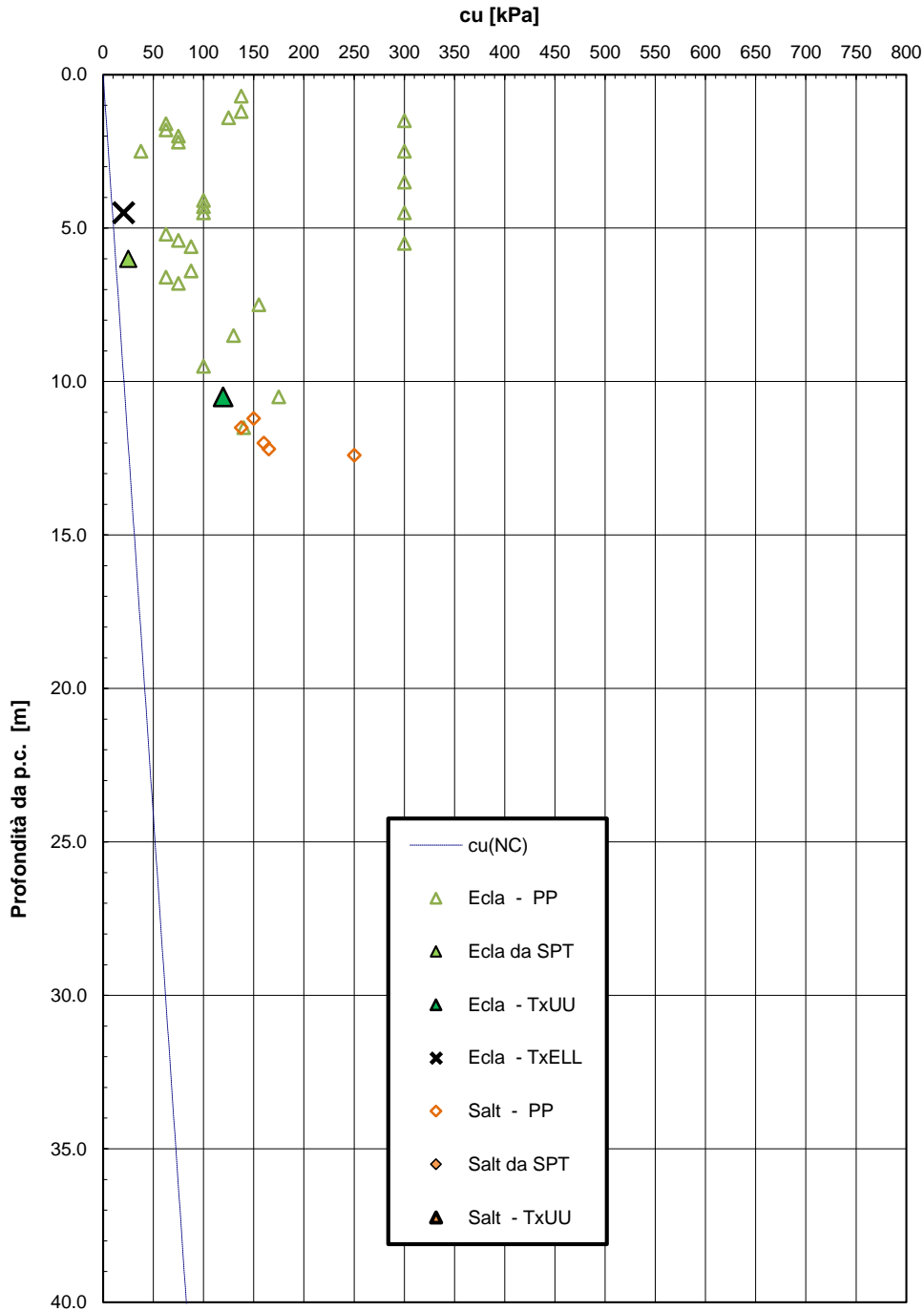


Figura 108 – Resistenza al taglio non drenata



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 213 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.7.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 58 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{SL}$ (compr.)	$F_{SL}$ (traz.)	$F_{SB}$
2 (A1+M1+R3)	1	1.70	1.15	1.25	1.35	1.96	2.13	2.30

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per la stratigrafia di riferimento.

**Tabella 59 – VI S. Pietro. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 Capacità 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.	318.	0.	318.	138.
.50	3.	335.	4.	333.	143.
1.00	12.	352.	9.	354.	150.
1.50	26.	368.	13.	381.	160.
2.00	47.	385.	18.	414.	174.
2.50	73.	402.	22.	453.	190.
3.00	105.	419.	27.	497.	209.
3.50	143.	436.	31.	548.	231.
4.00	185.	452.	35.	602.	256.
4.50	227.	469.	40.	657.	280.
5.00	272.	486.	44.	713.	306.
5.50	331.	611.	49.	894.	386.
6.00	398.	737.	53.	1082.	470.
6.50	471.	862.	57.	1276.	558.
7.00	550.	988.	62.	1476.	648.
7.50	634.	1113.	66.	1681.	741.
8.00	725.	1239.	71.	1893.	838.
8.50	821.	1364.	75.	2110.	937.
9.00	900.	1490.	80.	2310.	1027.
9.50	975.	1615.	84.	2506.	1116.
10.00	1054.	1688.	88.	2653.	1183.
10.50	1135.	1760.	93.	2803.	1252.
11.00	1220.	1833.	97.	2956.	1322.
11.50	1309.	1905.	102.	3112.	1394.
12.00	1400.	1977.	106.	3272.	1468.
12.50	1495.	2050.	110.	3435.	1544.
13.00	1594.	2122.	115.	3601.	1621.
13.50	1695.	2195.	119.	3771.	1700.
14.00	1800.	2267.	124.	3944.	1780.
14.50	1908.	2340.	128.	4120.	1863.
15.00	2027.	2412.	133.	4307.	1951.
15.50	2198.	2518.	137.	4579.	2079.
16.00	2382.	2624.	141.	4865.	2215.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**

**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 214 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

16.50	2574.	2730.	146.	5158.	2354.
17.00	2789.	2836.	150.	5475.	2506.
17.50	3123.	3307.	155.	6275.	2876.
18.00	3476.	3777.	159.	7094.	3257.
18.50	3830.	4247.	163.	7913.	3637.
19.00	4183.	4717.	168.	8733.	4017.
19.50	4537.	5188.	172.	9552.	4398.
20.00	4896.	5658.	177.	10377.	4781.
20.50	5291.	6011.	181.	11120.	5132.
21.00	5691.	6364.	186.	11870.	5485.
21.50	6092.	6717.	190.	12619.	5838.
22.00	6492.	7070.	194.	13368.	6192.
22.50	6893.	7423.	199.	14117.	6545.
23.00	7293.	7776.	203.	14867.	6899.
23.50	7694.	8130.	208.	15616.	7252.
24.00	8094.	8483.	212.	16365.	7606.
24.50	8495.	8836.	216.	17114.	7959.
25.00	8896.	8836.	221.	17510.	8159.
25.50	9296.	8836.	225.	17906.	8359.
26.00	9697.	8836.	230.	18303.	8559.
26.50	10097.	8836.	234.	18699.	8759.
27.00	10498.	8836.	239.	19095.	8959.
27.50	10898.	8836.	243.	19491.	9159.
28.00	11299.	8836.	247.	19887.	9359.
28.50	11699.	8836.	252.	20283.	9559.
29.00	12100.	8836.	256.	20679.	9759.
29.50	12500.	8836.	261.	21076.	9959.
30.00	12901.	8836.	265.	21472.	10159.
30.50	13302.	8836.	269.	21868.	10359.
31.00	13702.	8836.	274.	22264.	10559.
31.50	14103.	8836.	278.	22660.	10759.
32.00	14503.	8836.	283.	23056.	10958.
32.50	14904.	8836.	287.	23452.	11158.
33.00	15304.	8836.	292.	23849.	11358.
33.50	15705.	8836.	296.	24245.	11558.
34.00	16105.	8836.	300.	24641.	11758.
34.50	16506.	8836.	305.	25037.	11958.
35.00	16907.	8836.	309.	25433.	12158.
35.50	17307.	8836.	314.	25829.	12358.
36.00	17708.	8836.	318.	26225.	12558.
36.50	18108.	8836.	323.	26621.	12758.
37.00	18509.	8836.	327.	27018.	12958.
37.50	18909.	8836.	331.	27414.	13158.
38.00	19310.	8836.	336.	27810.	13358.
38.50	19710.	8836.	340.	28206.	13558.
39.00	20111.	8836.	345.	28602.	13758.
39.50	20512.	8836.	349.	28998.	13958.
40.00	20912.	8836.	353.	29394.	14158.

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 215 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 60 – VI S. Pietro. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	185.	0.	-106.	291.	193.
4.50	227.	0.	-119.	347.	226.
5.00	272.	0.	-133.	404.	260.
5.50	331.	0.	-146.	477.	301.
6.00	398.	0.	-159.	557.	346.
6.50	471.	0.	-172.	643.	393.
7.00	550.	0.	-186.	735.	444.
7.50	634.	0.	-199.	833.	497.
8.00	725.	0.	-212.	937.	552.
8.50	821.	0.	-225.	1046.	611.
9.00	900.	0.	-239.	1138.	661.
9.50	975.	0.	-252.	1227.	710.
10.00	1054.	0.	-265.	1319.	760.
10.50	1135.	0.	-278.	1414.	811.
11.00	1220.	0.	-292.	1512.	865.
11.50	1309.	0.	-305.	1614.	919.
12.00	1400.	0.	-318.	1718.	976.
12.50	1495.	0.	-331.	1827.	1033.
13.00	1594.	0.	-345.	1938.	1093.
13.50	1695.	0.	-358.	2053.	1154.
14.00	1800.	0.	-371.	2171.	1216.
14.50	1908.	0.	-384.	2292.	1280.
15.00	2027.	0.	-398.	2425.	1349.
15.50	2198.	0.	-411.	2609.	1443.
16.00	2382.	0.	-424.	2807.	1543.
16.50	2574.	0.	-437.	3011.	1646.
17.00	2789.	0.	-451.	3240.	1760.
17.50	3123.	0.	-464.	3587.	1930.
18.00	3476.	0.	-477.	3953.	2109.
18.50	3830.	0.	-490.	4320.	2288.
19.00	4183.	0.	-504.	4687.	2468.
19.50	4537.	0.	-517.	5053.	2647.
20.00	4896.	0.	-530.	5426.	2829.
20.50	5291.	0.	-543.	5834.	3027.
21.00	5691.	0.	-557.	6248.	3229.
21.50	6092.	0.	-570.	6662.	3430.
22.00	6492.	0.	-583.	7075.	3631.
22.50	6893.	0.	-596.	7489.	3832.
23.00	7293.	0.	-610.	7903.	4034.
23.50	7694.	0.	-623.	8317.	4235.
24.00	8094.	0.	-636.	8731.	4436.
24.50	8495.	0.	-649.	9144.	4638.
25.00	8896.	0.	-663.	9558.	4839.
25.50	9296.	0.	-676.	9972.	5040.
26.00	9697.	0.	-689.	10386.	5242.
26.50	10097.	0.	-702.	10800.	5443.
27.00	10498.	0.	-716.	11213.	5644.
27.50	10898.	0.	-729.	11627.	5846.
28.00	11299.	0.	-742.	12041.	6047.
28.50	11699.	0.	-755.	12455.	6248.
29.00	12100.	0.	-769.	12869.	6449.
29.50	12500.	0.	-782.	13282.	6651.
30.00	12901.	0.	-795.	13696.	6852.
30.50	13302.	0.	-808.	14110.	7053.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 216 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

31.00	13702.	0.	-822.	14524.	7255.
31.50	14103.	0.	-835.	14938.	7456.
32.00	14503.	0.	-848.	15351.	7657.
32.50	14904.	0.	-861.	15765.	7859.
33.00	15304.	0.	-875.	16179.	8060.
33.50	15705.	0.	-888.	16593.	8261.
34.00	16105.	0.	-901.	17007.	8462.
34.50	16506.	0.	-914.	17421.	8664.
35.00	16907.	0.	-928.	17834.	8865.
35.50	17307.	0.	-941.	18248.	9066.
36.00	17708.	0.	-954.	18662.	9268.
36.50	18108.	0.	-968.	19076.	9469.
37.00	18509.	0.	-981.	19490.	9670.
37.50	18909.	0.	-994.	19903.	9872.
38.00	19310.	0.	-1007.	20317.	10073.
38.50	19710.	0.	-1021.	20731.	10274.
39.00	20111.	0.	-1034.	21145.	10476.
39.50	20512.	0.	-1047.	21559.	10677.
40.00	20912.	0.	-1060.	21972.	10878.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 217 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7.8 VIADOTTO POTENZA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 280 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 3+945.00 e 4+225.00. L'opera è costituita da due spalle e cinque pile.

Per le pile P2, P3, P4 verrà analizzata anche l'ipotesi di scalzamento trascurando la portanza del palo nel tratto scalzato ed annullando il modulo di reazione orizzontale in tale tratto. Lo scalzamento massimo per queste pile è di 7.5 m da p.c. naturale e quindi di 3.1 m da testa palo.

### 7.8.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P25 di lunghezza 6.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S36 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggio BH7 di lunghezza 40.0 m, appartenente alla campagna del 2004;
- sondaggi X3.16 e X3.17 di lunghezza rispettivamente di 30.0 e 45.0 m, appartenenti alla campagna del 2017.

I sondaggi S36 e X3.17 sono stati attrezzati con piezometro del tipo a tubo aperto, il sondaggio BH7 con piezometro di Casagrande mentre il sondaggio X3.16 con inclinometro.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4]), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 61 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (pile P1+P2+P3+P4)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$\tau$ [kPa]	$N_q$ [-]; $q_b$ [kPa]
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	0.0÷5.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	$N_q=17, q_b<5800$
Salt – Alterazione del substrato	5.0÷6.0	20.0	-	250	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v$	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>6.0	23.0	-	-	150 per $z \leq 9$ m 170 per $z > 9$ m	4000 per $z \leq 9$ m 5000 per $z > 9$ m
Falda: a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 218 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 62 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (SP1+P5)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	0.0÷14.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17, qb<5800
Salt – Alterazione del substrato	14.0÷15.0	20.0	-	250	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato pelitico arenaceo	>15.0	23.0	-	-	150 per $z \leq 18$ m 170 per $z > 18$ m	4000 per $z \leq 18$ m 5000 per $z > 18$ m
Falda: a p.c.						

**Tabella 63 – Stratigrafia 3 e parametri geotecnici di calcolo (SP2)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	0.0÷9.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17, qb<5800
Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi	9.0÷14.0	19.0	-	100	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	14.0÷20.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17, qb<5800
Salt – Alterazione del substrato	20.0÷21.0	20.0	-	250	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Sch – substrato pelitico arenaceo	>21.0	23.0	-	-	170	5000
Falda: a p.c.						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 219 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

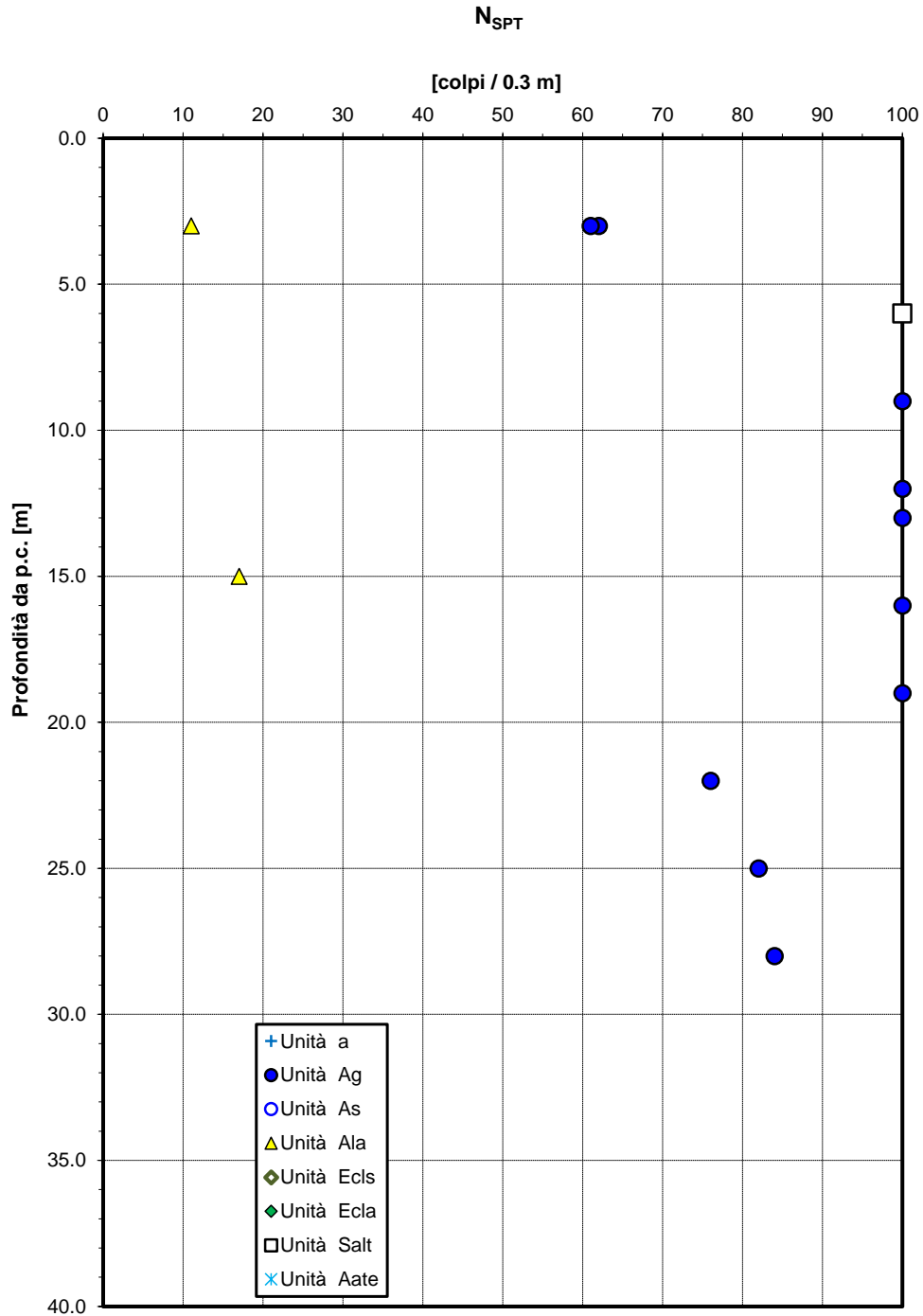


Figura 109 – Valori di N<sub>SPT</sub>

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 220 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Densità relativa da prove SPT

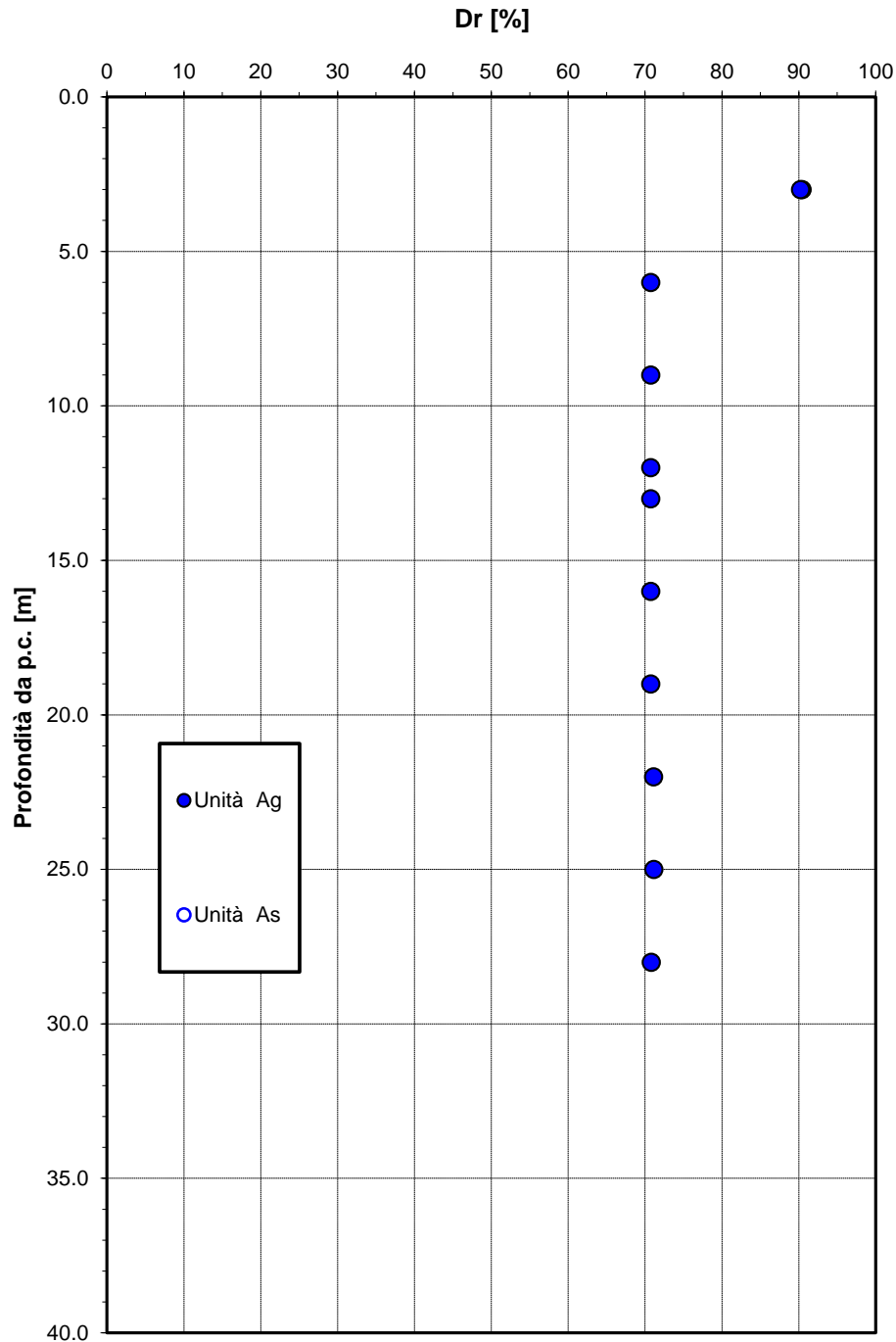


Figura 110 – Densità relativa da prova SPT



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 221 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

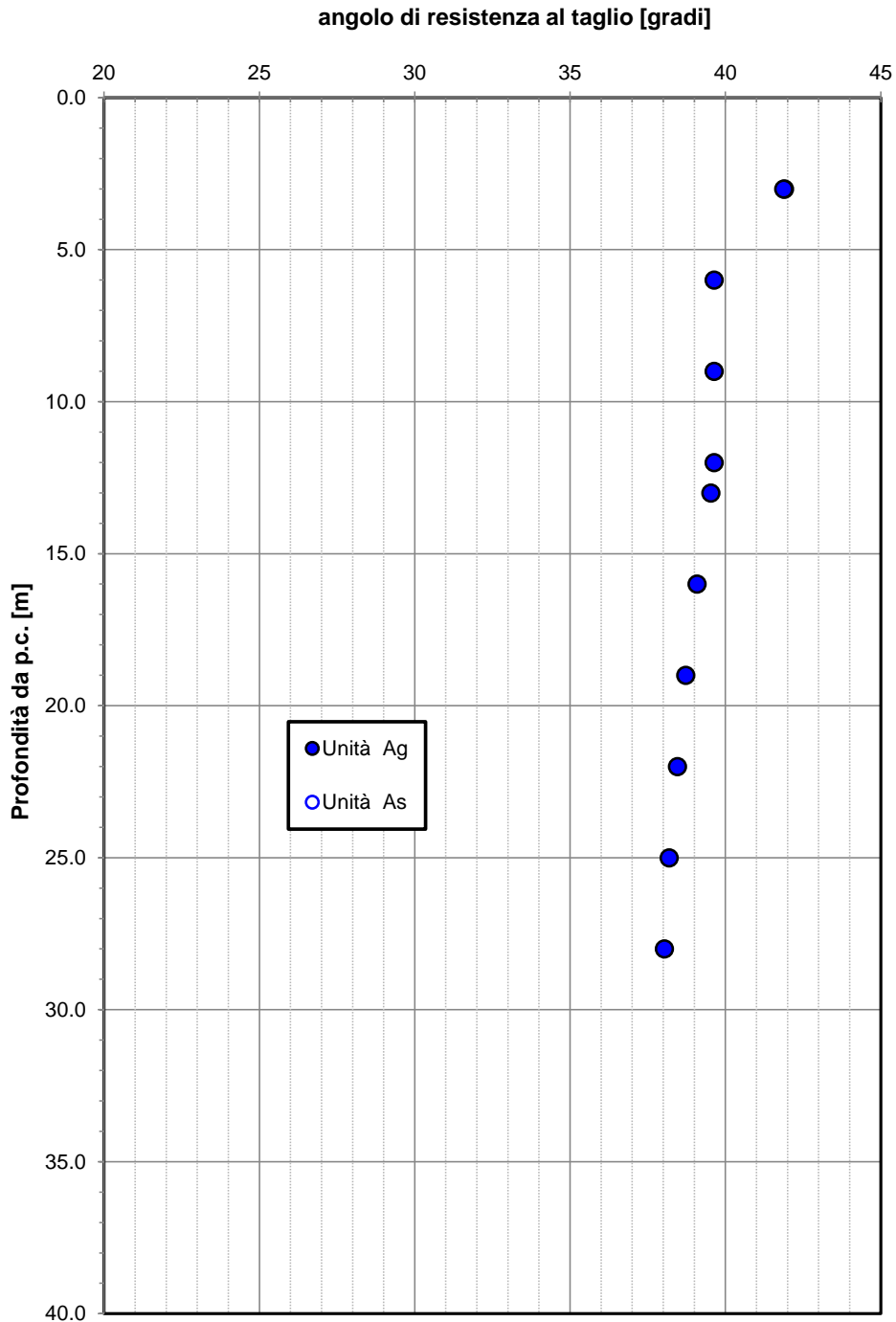


Figura 111 – Angolo di resistenza al taglio da prova SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 222 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

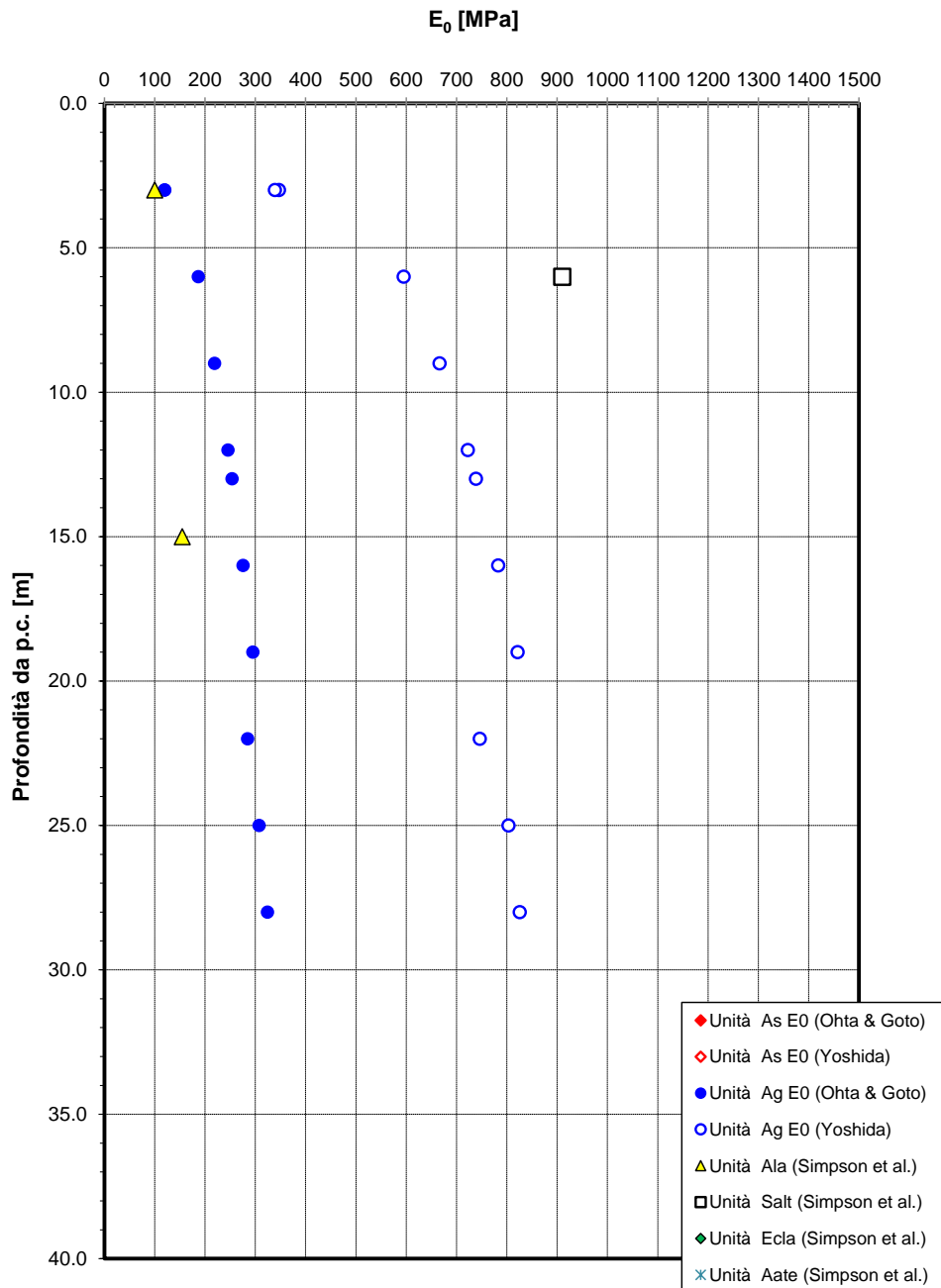


Figura 112 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 223 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

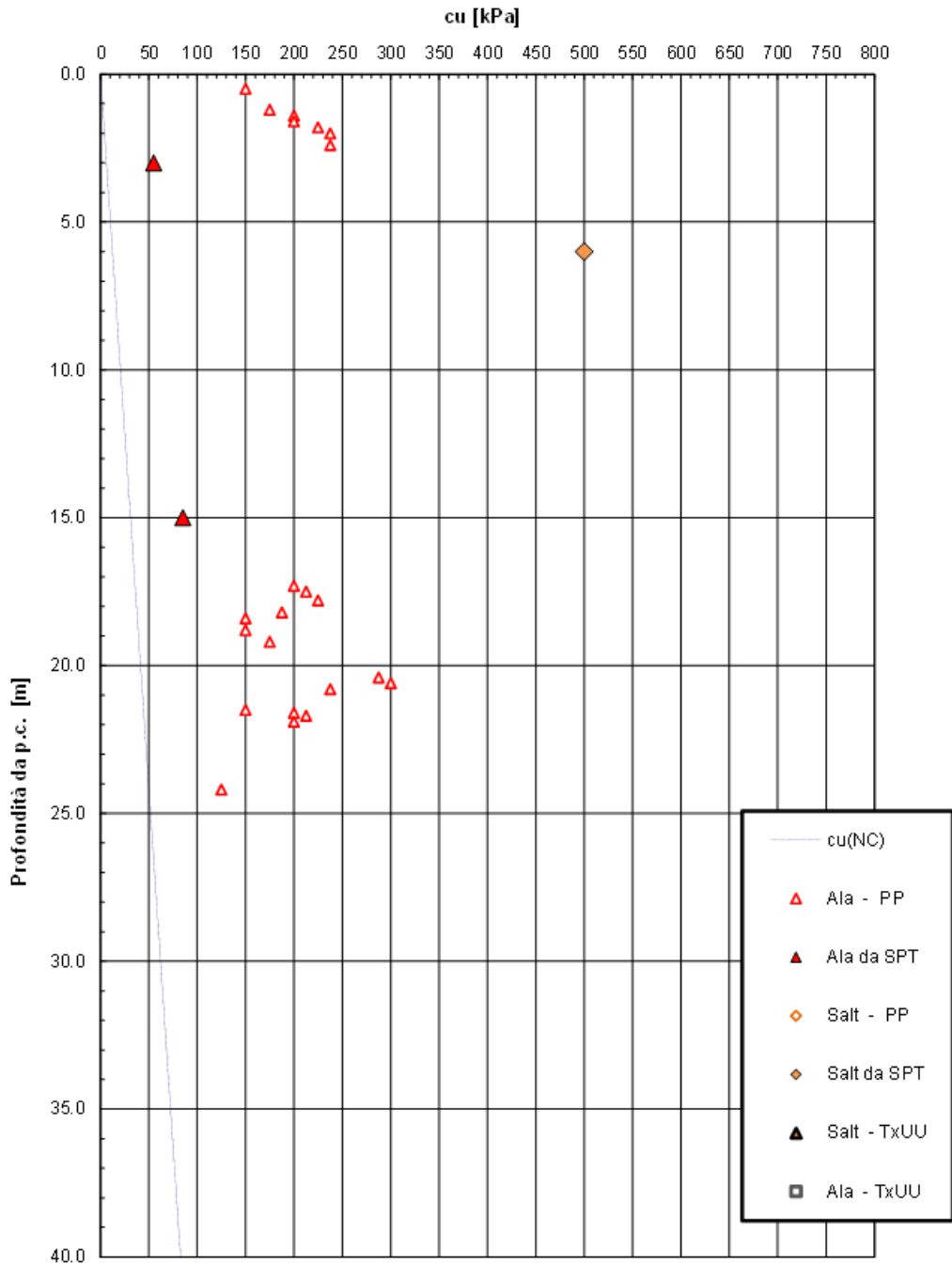


Figura 113 – Resistenza al taglio non drenata

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 224 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.8.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.5 m da p.c. per le spalle e pila 5 e a p.c. per le pile a, 2, 3, 4;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Inoltre per le pile P2, P3, P4 è riportata la curva di capacità portante del palo (D=1500 mm) in ipotesi di scalzamento, valutata trascurando la portanza del palo nel tratto scalzato. Lo scalzamento massimo per queste pile è di 7.5 m da p.c. naturale e quindi con 3.1 m da testa palo.

**Tabella 64 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{SL}$ (compr.)	$F_{SL}$ (traz.)	$F_{SB}$
2 (A1+M1+R3)	4	1.55	1.15	1.25	1.35	1.78	1.94	2.09

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

**Tabella 65 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 1 (P1+P2+P3+P4)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 Capacità 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.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	135.	4.	134.	62.
1.00	12.	270.	9.	273.	127.
1.50	26.	406.	13.	418.	195.
2.00	46.	541.	18.	569.	267.
2.50	72.	676.	22.	726.	342.
3.00	104.	811.	27.	889.	420.
3.50	142.	946.	31.	1057.	502.
4.00	186.	1081.	35.	1232.	586.
4.50	235.	1217.	40.	1412.	674.
5.00	290.	1352.	44.	1598.	766.
5.50	351.	1680.	49.	1983.	953.
6.00	455.	2008.	53.	2409.	1163.
6.50	773.	2570.	57.	3286.	1606.
7.00	1126.	3132.	62.	4197.	2070.
7.50	1480.	3695.	66.	5108.	2533.
8.00	1833.	4257.	71.	6020.	2996.
8.50	2187.	4819.	75.	6931.	3459.
9.00	2546.	5382.	80.	7848.	3926.
9.50	2941.	5765.	84.	8622.	4327.
10.00	3341.	6149.	88.	9402.	4731.
10.50	3742.	6533.	93.	10182.	5135.
11.00	4142.	6917.	97.	10962.	5539.
11.50	4543.	7301.	102.	11742.	5944.
12.00	4943.	7684.	106.	12522.	6348.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**

**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 225 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

12.50	5344.	8068.	110.	13302.	6752.
13.00	5745.	8452.	115.	14082.	7156.
13.50	6145.	8836.	119.	14862.	7561.
14.00	6546.	8836.	124.	15258.	7781.
14.50	6946.	8836.	128.	15654.	8002.
15.00	7347.	8836.	133.	16050.	8222.
15.50	7747.	8836.	137.	16446.	8443.
16.00	8148.	8836.	141.	16842.	8664.
16.50	8548.	8836.	146.	17238.	8884.
17.00	8949.	8836.	150.	17634.	9105.
17.50	9350.	8836.	155.	18031.	9326.
18.00	9750.	8836.	159.	18427.	9546.
18.50	10151.	8836.	163.	18823.	9767.
19.00	10551.	8836.	168.	19219.	9987.
19.50	10952.	8836.	172.	19615.	10208.
20.00	11352.	8836.	177.	20011.	10429.
20.50	11753.	8836.	181.	20407.	10649.
21.00	12153.	8836.	186.	20804.	10870.
21.50	12554.	8836.	190.	21200.	11090.
22.00	12954.	8836.	194.	21596.	11311.
22.50	13355.	8836.	199.	21992.	11532.
23.00	13756.	8836.	203.	22388.	11752.
23.50	14156.	8836.	208.	22784.	11973.
24.00	14557.	8836.	212.	23180.	12193.
24.50	14957.	8836.	216.	23576.	12414.
25.00	15358.	8836.	221.	23973.	12635.
25.50	15758.	8836.	225.	24369.	12855.
26.00	16159.	8836.	230.	24765.	13076.
26.50	16559.	8836.	234.	25161.	13297.
27.00	16960.	8836.	239.	25557.	13517.
27.50	17361.	8836.	243.	25953.	13738.
28.00	17761.	8836.	247.	26349.	13958.
28.50	18162.	8836.	252.	26746.	14179.
29.00	18562.	8836.	256.	27142.	14400.
29.50	18963.	8836.	261.	27538.	14620.
30.00	19363.	8836.	265.	27934.	14841.
30.50	19764.	8836.	269.	28330.	15061.
31.00	20164.	8836.	274.	28726.	15282.
31.50	20565.	8836.	278.	29122.	15503.
32.00	20966.	8836.	283.	29519.	15723.
32.50	21366.	8836.	287.	29915.	15944.
33.00	21767.	8836.	292.	30311.	16165.
33.50	22167.	8836.	296.	30707.	16385.
34.00	22568.	8836.	300.	31103.	16606.
34.50	22968.	8836.	305.	31499.	16826.
35.00	23369.	8836.	309.	31895.	17047.
35.50	23769.	8836.	314.	32291.	17268.
36.00	24170.	8836.	318.	32688.	17488.
36.50	24571.	8836.	323.	33084.	17709.
37.00	24971.	8836.	327.	33480.	17929.
37.50	25372.	8836.	331.	33876.	18150.
38.00	25772.	8836.	336.	34272.	18371.
38.50	26173.	8836.	340.	34668.	18591.
39.00	26573.	8836.	345.	35064.	18812.
39.50	26974.	8836.	349.	35461.	19032.
40.00	27374.	8836.	353.	35857.	19253.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 226 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 66 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 2 (SP1+P5)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+P5  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	676.	0.	676.	323.
.50	32.	811.	4.	839.	402.
1.00	70.	946.	9.	1007.	483.
1.50	113.	1081.	13.	1181.	568.
2.00	162.	1217.	18.	1361.	656.
2.50	217.	1352.	22.	1547.	747.
3.00	278.	1487.	27.	1739.	841.
3.50	345.	1622.	31.	1936.	939.
4.00	418.	1757.	35.	2140.	1040.
4.50	496.	1893.	40.	2349.	1144.
5.00	580.	2028.	44.	2563.	1252.
5.50	670.	2163.	49.	2784.	1363.
6.00	765.	2298.	53.	3011.	1477.
6.50	867.	2433.	57.	3243.	1594.
7.00	974.	2569.	62.	3481.	1714.
7.50	1087.	2704.	66.	3725.	1838.
8.00	1206.	2839.	71.	3974.	1965.
8.50	1331.	2974.	75.	4230.	2096.
9.00	1461.	3109.	80.	4491.	2229.
9.50	1598.	3244.	84.	4758.	2366.
10.00	1740.	3380.	88.	5031.	2506.
10.50	1887.	3515.	93.	5310.	2649.
11.00	2041.	3650.	97.	5594.	2796.
11.50	2201.	3785.	102.	5884.	2946.
12.00	2367.	3876.	106.	6137.	3079.
12.50	2562.	3967.	110.	6419.	3227.
13.00	2894.	4312.	115.	7091.	3574.
13.50	3247.	4657.	119.	7784.	3933.
14.00	3600.	5001.	124.	8478.	4292.
14.50	3954.	5346.	128.	9171.	4651.
15.00	4307.	5690.	133.	9865.	5010.
15.50	4667.	6035.	137.	10565.	5372.
16.00	5061.	6346.	141.	11266.	5738.
16.50	5462.	6657.	146.	11973.	6108.
17.00	5862.	6968.	150.	12681.	6477.
17.50	6263.	7280.	155.	13388.	6847.
18.00	6663.	7591.	159.	14095.	7216.
18.50	7064.	7902.	163.	14803.	7586.
19.00	7465.	8213.	168.	15510.	7956.
19.50	7865.	8525.	172.	16217.	8325.
20.00	8266.	8836.	177.	16925.	8695.
20.50	8666.	8836.	181.	17321.	8915.
21.00	9067.	8836.	186.	17717.	9136.
21.50	9467.	8836.	190.	18113.	9356.
22.00	9868.	8836.	194.	18509.	9577.
22.50	10268.	8836.	199.	18905.	9798.
23.00	10669.	8836.	203.	19302.	10018.
23.50	11070.	8836.	208.	19698.	10239.
24.00	11470.	8836.	212.	20094.	10459.
24.50	11871.	8836.	216.	20490.	10680.
25.00	12271.	8836.	221.	20886.	10901.
25.50	12672.	8836.	225.	21282.	11121.
26.00	13072.	8836.	230.	21678.	11342.
26.50	13473.	8836.	234.	22074.	11563.
27.00	13873.	8836.	239.	22471.	11783.
27.50	14274.	8836.	243.	22867.	12004.
28.00	14675.	8836.	247.	23263.	12224.
28.50	15075.	8836.	252.	23659.	12445.
29.00	15476.	8836.	256.	24055.	12666.
29.50	15876.	8836.	261.	24451.	12886.
30.00	16277.	8836.	265.	24847.	13107.
30.50	16677.	8836.	269.	25244.	13327.
31.00	17078.	8836.	274.	25640.	13548.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 227 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

31.50	17478.	8836.	278.	26036.	13769.
32.00	17879.	8836.	283.	26432.	13989.
32.50	18280.	8836.	287.	26828.	14210.
33.00	18680.	8836.	292.	27224.	14430.
33.50	19081.	8836.	296.	27620.	14651.
34.00	19481.	8836.	300.	28016.	14872.
34.50	19882.	8836.	305.	28413.	15092.
35.00	20282.	8836.	309.	28809.	15313.
35.50	20683.	8836.	314.	29205.	15534.
36.00	21083.	8836.	318.	29601.	15754.
36.50	21484.	8836.	323.	29997.	15975.
37.00	21885.	8836.	327.	30393.	16195.
37.50	22285.	8836.	331.	30789.	16416.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 67 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 3 (SP2)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	676.	0.	676.	323.
.50	32.	811.	4.	839.	402.
1.00	70.	946.	9.	1007.	483.
1.50	113.	1081.	13.	1181.	568.
2.00	162.	1217.	18.	1361.	656.
2.50	217.	1292.	22.	1487.	718.
3.00	278.	1367.	27.	1619.	784.
3.50	345.	1442.	31.	1756.	853.
4.00	418.	1517.	35.	1899.	925.
4.50	496.	1592.	40.	2048.	1001.
5.00	580.	1667.	44.	2203.	1079.
5.50	670.	1742.	49.	2364.	1161.
6.00	765.	1818.	53.	2530.	1247.
6.50	866.	1893.	57.	2701.	1334.
7.00	961.	1909.	62.	2809.	1392.
7.50	1055.	1926.	66.	2915.	1448.
8.00	1150.	1943.	71.	3022.	1505.
8.50	1244.	1960.	75.	3129.	1561.
9.00	1338.	1977.	80.	3235.	1618.
9.50	1432.	1993.	84.	3342.	1675.
10.00	1527.	2010.	88.	3448.	1731.
10.50	1621.	2027.	93.	3555.	1788.
11.00	1715.	2044.	97.	3662.	1844.
11.50	1818.	2060.	102.	3777.	1906.
12.00	1975.	2387.	106.	4256.	2146.
12.50	2146.	2714.	110.	4749.	2394.
13.00	2323.	3041.	115.	5249.	2645.
13.50	2505.	3304.	119.	5690.	2869.
14.00	2694.	3567.	124.	6137.	3096.
14.50	2888.	3830.	128.	6590.	3327.
15.00	3088.	4093.	133.	7048.	3561.
15.50	3294.	4356.	137.	7513.	3798.
16.00	3506.	4510.	141.	7874.	3986.
16.50	3723.	4556.	146.	8133.	4126.
17.00	3946.	4602.	150.	8398.	4269.
17.50	4175.	4648.	155.	8668.	4415.
18.00	4412.	4665.	159.	8918.	4552.
18.50	4674.	4683.	163.	9194.	4703.
19.00	5055.	5144.	168.	10032.	5134.
19.50	5456.	5606.	172.	10889.	5575.
20.00	5856.	6067.	177.	11747.	6016.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 228 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

20.50	6257.	6529.	181.	12604.	6458.
21.00	6658.	6990.	186.	13462.	6899.
21.50	7058.	7451.	190.	14320.	7341.
22.00	7459.	7913.	194.	15177.	7782.
22.50	7859.	8374.	199.	16035.	8223.
23.00	8260.	8836.	203.	16892.	8665.
23.50	8660.	8836.	208.	17288.	8885.
24.00	9061.	8836.	212.	17684.	9106.
24.50	9461.	8836.	216.	18081.	9327.
25.00	9862.	8836.	221.	18477.	9547.
25.50	10262.	8836.	225.	18873.	9768.
26.00	10663.	8836.	230.	19269.	9988.
26.50	11064.	8836.	234.	19665.	10209.
27.00	11464.	8836.	239.	20061.	10430.
27.50	11865.	8836.	243.	20457.	10650.
28.00	12265.	8836.	247.	20854.	10871.
28.50	12666.	8836.	252.	21250.	11091.
29.00	13066.	8836.	256.	21646.	11312.
29.50	13467.	8836.	261.	22042.	11533.
30.00	13867.	8836.	265.	22438.	11753.
30.50	14268.	8836.	269.	22834.	11974.
31.00	14669.	8836.	274.	23230.	12194.
31.50	15069.	8836.	278.	23627.	12415.
32.00	15470.	8836.	283.	24023.	12636.
32.50	15870.	8836.	287.	24419.	12856.
33.00	16271.	8836.	292.	24815.	13077.
33.50	16671.	8836.	296.	25211.	13298.
34.00	17072.	8836.	300.	25607.	13518.
34.50	17472.	8836.	305.	26003.	13739.
35.00	17873.	8836.	309.	26399.	13959.
35.50	18274.	8836.	314.	26796.	14180.
36.00	18674.	8836.	318.	27192.	14401.
36.50	19075.	8836.	323.	27588.	14621.
37.00	19475.	8836.	327.	27984.	14842.
37.50	19876.	8836.	331.	28380.	15062.

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 =  $Q1l/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### Tabella 68 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 1 (P1+P2+P3+P4)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	2.	0.	-13.	15.	14.
1.00	8.	0.	-27.	35.	31.
1.50	19.	0.	-40.	58.	49.
2.00	33.	0.	-53.	86.	70.
2.50	52.	0.	-66.	118.	93.
3.00	75.	0.	-80.	154.	118.
3.50	101.	0.	-93.	194.	145.
4.00	133.	0.	-106.	239.	174.
4.50	168.	0.	-119.	287.	206.
5.00	209.	0.	-133.	342.	240.
5.50	269.	0.	-146.	414.	284.
6.00	372.	0.	-159.	531.	351.
6.50	690.	0.	-172.	862.	528.
7.00	1044.	0.	-186.	1229.	723.
7.50	1397.	0.	-199.	1596.	919.
8.00	1750.	0.	-212.	1962.	1114.
8.50	2104.	0.	-225.	2329.	1310.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	229 di 654

9.00	2463.	0.	-239.	2702.	1508.
9.50	2858.	0.	-252.	3110.	1725.
10.00	3258.	0.	-265.	3523.	1945.
10.50	3659.	0.	-278.	3937.	2164.
11.00	4059.	0.	-292.	4351.	2384.
11.50	4460.	0.	-305.	4765.	2604.
12.00	4861.	0.	-318.	5179.	2824.
12.50	5261.	0.	-331.	5592.	3043.
13.00	5662.	0.	-345.	6006.	3263.
13.50	6062.	0.	-358.	6420.	3483.
14.00	6463.	0.	-371.	6834.	3702.
14.50	6863.	0.	-384.	7248.	3922.
15.00	7264.	0.	-398.	7662.	4142.
15.50	7664.	0.	-411.	8075.	4362.
16.00	8065.	0.	-424.	8489.	4581.
16.50	8466.	0.	-437.	8903.	4801.
17.00	8866.	0.	-451.	9317.	5021.
17.50	9267.	0.	-464.	9731.	5241.
18.00	9667.	0.	-477.	10144.	5460.
18.50	10068.	0.	-490.	10558.	5680.
19.00	10468.	0.	-504.	10972.	5900.
19.50	10869.	0.	-517.	11386.	6119.
20.00	11269.	0.	-530.	11800.	6339.
20.50	11670.	0.	-543.	12213.	6559.
21.00	12071.	0.	-557.	12627.	6779.
21.50	12471.	0.	-570.	13041.	6998.
22.00	12872.	0.	-583.	13455.	7218.
22.50	13272.	0.	-596.	13869.	7438.
23.00	13673.	0.	-610.	14282.	7657.
23.50	14073.	0.	-623.	14696.	7877.
24.00	14474.	0.	-636.	15110.	8097.
24.50	14874.	0.	-649.	15524.	8317.
25.00	15275.	0.	-663.	15938.	8536.
25.50	15676.	0.	-676.	16351.	8756.
26.00	16076.	0.	-689.	16765.	8976.
26.50	16477.	0.	-702.	17179.	9196.
27.00	16877.	0.	-716.	17593.	9415.
27.50	17278.	0.	-729.	18007.	9635.
28.00	17678.	0.	-742.	18420.	9855.
28.50	18079.	0.	-755.	18834.	10074.
29.00	18479.	0.	-769.	19248.	10294.
29.50	18880.	0.	-782.	19662.	10514.
30.00	19280.	0.	-795.	20076.	10734.
30.50	19681.	0.	-808.	20490.	10953.
31.00	20082.	0.	-822.	20903.	11173.
31.50	20482.	0.	-835.	21317.	11393.
32.00	20883.	0.	-848.	21731.	11613.
32.50	21283.	0.	-861.	22145.	11832.
33.00	21684.	0.	-875.	22559.	12052.
33.50	22084.	0.	-888.	22972.	12272.
34.00	22485.	0.	-901.	23386.	12491.
34.50	22885.	0.	-914.	23800.	12711.
35.00	23286.	0.	-928.	24214.	12931.
35.50	23687.	0.	-941.	24628.	13151.
36.00	24087.	0.	-954.	25041.	13370.
36.50	24488.	0.	-968.	25455.	13590.
37.00	24888.	0.	-981.	25869.	13810.
37.50	25289.	0.	-994.	26283.	14029.
38.00	25689.	0.	-1007.	26697.	14249.
38.50	26090.	0.	-1021.	27110.	14469.
39.00	26490.	0.	-1034.	27524.	14689.
39.50	26891.	0.	-1047.	27938.	14908.
40.00	27292.	0.	-1060.	28352.	15128.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 230 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 69 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 2 (SP2)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+P5  
 Capacità 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	23.	0.	-13.	36.	25.
1.00	50.	0.	-27.	76.	52.
1.50	81.	0.	-40.	121.	81.
2.00	116.	0.	-53.	169.	113.
2.50	155.	0.	-66.	222.	146.
3.00	199.	0.	-80.	278.	182.
3.50	246.	0.	-93.	339.	220.
4.00	298.	0.	-106.	404.	260.
4.50	354.	0.	-119.	473.	302.
5.00	414.	0.	-133.	547.	346.
5.50	478.	0.	-146.	624.	392.
6.00	547.	0.	-159.	706.	441.
6.50	619.	0.	-172.	792.	491.
7.00	696.	0.	-186.	881.	544.
7.50	777.	0.	-199.	975.	599.
8.00	862.	0.	-212.	1074.	656.
8.50	951.	0.	-225.	1176.	715.
9.00	1044.	0.	-239.	1282.	777.
9.50	1141.	0.	-252.	1393.	840.
10.00	1243.	0.	-265.	1508.	906.
10.50	1348.	0.	-278.	1627.	973.
11.00	1458.	0.	-292.	1750.	1043.
11.50	1578.	0.	-305.	1883.	1118.
12.00	1738.	0.	-318.	2056.	1214.
12.50	1934.	0.	-331.	2265.	1328.
13.00	2265.	0.	-345.	2609.	1512.
13.50	2618.	0.	-358.	2976.	1707.
14.00	2972.	0.	-371.	3343.	1903.
14.50	3325.	0.	-384.	3709.	2098.
15.00	3679.	0.	-398.	4076.	2294.
15.50	4038.	0.	-411.	4449.	2492.
16.00	4433.	0.	-424.	4857.	2709.
16.50	4833.	0.	-437.	5270.	2929.
17.00	5234.	0.	-451.	5684.	3148.
17.50	5634.	0.	-464.	6098.	3368.
18.00	6035.	0.	-477.	6512.	3588.
18.50	6435.	0.	-490.	6926.	3808.
19.00	6836.	0.	-504.	7339.	4027.
19.50	7236.	0.	-517.	7753.	4247.
20.00	7637.	0.	-530.	8167.	4467.
20.50	8037.	0.	-543.	8581.	4686.
21.00	8438.	0.	-557.	8995.	4906.
21.50	8839.	0.	-570.	9409.	5126.
22.00	9239.	0.	-583.	9822.	5346.
22.50	9640.	0.	-596.	10236.	5565.
23.00	10040.	0.	-610.	10650.	5785.
23.50	10441.	0.	-623.	11064.	6005.
24.00	10841.	0.	-636.	11478.	6225.
24.50	11242.	0.	-649.	11891.	6444.
25.00	11642.	0.	-663.	12305.	6664.
25.50	12043.	0.	-676.	12719.	6884.
26.00	12444.	0.	-689.	13133.	7103.
26.50	12844.	0.	-702.	13547.	7323.
27.00	13245.	0.	-716.	13960.	7543.
27.50	13645.	0.	-729.	14374.	7763.
28.00	14046.	0.	-742.	14788.	7982.
28.50	14446.	0.	-755.	15202.	8202.
29.00	14847.	0.	-769.	15616.	8422.
29.50	15247.	0.	-782.	16029.	8641.
30.00	15648.	0.	-795.	16443.	8861.
30.50	16049.	0.	-808.	16857.	9081.
31.00	16449.	0.	-822.	17271.	9301.
31.50	16850.	0.	-835.	17685.	9520.
32.00	17250.	0.	-848.	18098.	9740.
32.50	17651.	0.	-861.	18512.	9960.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 231 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

33.00	18051.	0.	-875.	18926.	10180.
33.50	18452.	0.	-888.	19340.	10399.
34.00	18852.	0.	-901.	19754.	10619.
34.50	19253.	0.	-914.	20167.	10839.
35.00	19654.	0.	-928.	20581.	11058.
35.50	20054.	0.	-941.	20995.	11278.
36.00	20455.	0.	-954.	21409.	11498.
36.50	20855.	0.	-968.	21823.	11718.
37.00	21256.	0.	-981.	22237.	11937.
37.50	21656.	0.	-994.	22650.	12157.

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 =  $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### Tabella 70 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 3 (SP1+P5)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	23.	0.	-13.	36.	25.
1.00	50.	0.	-27.	76.	52.
1.50	81.	0.	-40.	121.	81.
2.00	116.	0.	-53.	169.	113.
2.50	155.	0.	-66.	222.	146.
3.00	199.	0.	-80.	278.	182.
3.50	246.	0.	-93.	339.	220.
4.00	298.	0.	-106.	404.	260.
4.50	354.	0.	-119.	473.	302.
5.00	414.	0.	-133.	547.	346.
5.50	478.	0.	-146.	624.	392.
6.00	547.	0.	-159.	706.	441.
6.50	622.	0.	-172.	794.	493.
7.00	713.	0.	-186.	899.	553.
7.50	808.	0.	-199.	1007.	615.
8.00	902.	0.	-212.	1114.	677.
8.50	996.	0.	-225.	1222.	739.
9.00	1090.	0.	-239.	1329.	801.
9.50	1185.	0.	-252.	1437.	862.
10.00	1279.	0.	-265.	1544.	924.
10.50	1373.	0.	-278.	1652.	986.
11.00	1467.	0.	-292.	1759.	1048.
11.50	1564.	0.	-305.	1869.	1111.
12.00	1680.	0.	-318.	1998.	1184.
12.50	1802.	0.	-331.	2133.	1260.
13.00	1928.	0.	-345.	2273.	1339.
13.50	2059.	0.	-358.	2417.	1419.
14.00	2193.	0.	-371.	2564.	1502.
14.50	2332.	0.	-384.	2716.	1586.
15.00	2475.	0.	-398.	2873.	1673.
15.50	2622.	0.	-411.	3033.	1762.
16.00	2773.	0.	-424.	3197.	1854.
16.50	2929.	0.	-437.	3366.	1947.
17.00	3088.	0.	-451.	3539.	2042.
17.50	3260.	0.	-464.	3724.	2144.
18.00	3488.	0.	-477.	3965.	2275.
18.50	3750.	0.	-490.	4241.	2424.
19.00	4132.	0.	-504.	4635.	2633.
19.50	4532.	0.	-517.	5049.	2853.
20.00	4933.	0.	-530.	5463.	3073.
20.50	5333.	0.	-543.	5877.	3293.
21.00	5734.	0.	-557.	6291.	3512.
21.50	6134.	0.	-570.	6704.	3732.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 232 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

22.00	6535.	0.	-583.	7118.	3952.
22.50	6936.	0.	-596.	7532.	4171.
23.00	7336.	0.	-610.	7946.	4391.
23.50	7737.	0.	-623.	8360.	4611.
24.00	8137.	0.	-636.	8773.	4831.
24.50	8538.	0.	-649.	9187.	5050.
25.00	8938.	0.	-663.	9601.	5270.
25.50	9339.	0.	-676.	10015.	5490.
26.00	9739.	0.	-689.	10429.	5709.
26.50	10140.	0.	-702.	10842.	5929.
27.00	10540.	0.	-716.	11256.	6149.
27.50	10941.	0.	-729.	11670.	6369.
28.00	11342.	0.	-742.	12084.	6588.
28.50	11742.	0.	-755.	12498.	6808.
29.00	12143.	0.	-769.	12911.	7028.
29.50	12543.	0.	-782.	13325.	7248.
30.00	12944.	0.	-795.	13739.	7467.
30.50	13344.	0.	-808.	14153.	7687.
31.00	13745.	0.	-822.	14567.	7907.
31.50	14145.	0.	-835.	14980.	8126.
32.00	14546.	0.	-848.	15394.	8346.
32.50	14947.	0.	-861.	15808.	8566.
33.00	15347.	0.	-875.	16222.	8786.
33.50	15748.	0.	-888.	16636.	9005.
34.00	16148.	0.	-901.	17049.	9225.
34.50	16549.	0.	-914.	17463.	9445.
35.00	16949.	0.	-928.	17877.	9665.
35.50	17350.	0.	-941.	18291.	9884.
36.00	17750.	0.	-954.	18705.	10104.
36.50	18151.	0.	-968.	19119.	10324.
37.00	18552.	0.	-981.	19532.	10543.
37.50	18952.	0.	-994.	19946.	10763.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 71 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Pile P2, P3, P4 con scalzamento (Stratigrafia 1)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	4.	-4.	-4.
1.00	0.	0.	9.	-9.	-9.
1.50	0.	0.	13.	-13.	-13.
2.00	0.	0.	18.	-18.	-18.
2.50	0.	0.	22.	-22.	-22.
3.00	4.	0.	27.	-22.	-24.
3.50	38.	471.	31.	478.	216.
4.00	83.	941.	35.	989.	462.
4.50	134.	1412.	40.	1506.	711.
5.00	192.	1883.	44.	2030.	964.
5.50	256.	2353.	49.	2561.	1221.
6.00	362.	2824.	53.	3132.	1501.
6.50	680.	3296.	57.	3918.	1901.
7.00	1033.	3767.	62.	4739.	2321.
7.50	1387.	4239.	66.	5559.	2741.
8.00	1740.	4710.	71.	6380.	3161.
8.50	2094.	5182.	75.	7201.	3581.
9.00	2453.	5654.	80.	8027.	4004.
9.50	2848.	6007.	84.	8771.	4390.
10.00	3248.	6361.	88.	9521.	4780.
10.50	3649.	6714.	93.	10270.	5170.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	233 di 654

11.00	4049.	7068.	97.	11020.	5560.
11.50	4450.	7421.	102.	11770.	5949.
12.00	4850.	7775.	106.	12519.	6339.
12.50	5251.	8129.	110.	13269.	6729.
13.00	5652.	8482.	115.	14019.	7119.
13.50	6052.	8836.	119.	14769.	7508.
14.00	6453.	8836.	124.	15165.	7729.
14.50	6853.	8836.	128.	15561.	7950.
15.00	7254.	8836.	133.	15957.	8170.
15.50	7654.	8836.	137.	16353.	8391.
16.00	8055.	8836.	141.	16749.	8611.
16.50	8455.	8836.	146.	17145.	8832.
17.00	8856.	8836.	150.	17542.	9053.
17.50	9257.	8836.	155.	17938.	9273.
18.00	9657.	8836.	159.	18334.	9494.
18.50	10058.	8836.	163.	18730.	9715.
19.00	10458.	8836.	168.	19126.	9935.
19.50	10859.	8836.	172.	19522.	10156.
20.00	11259.	8836.	177.	19918.	10376.
20.50	11660.	8836.	181.	20314.	10597.
21.00	12060.	8836.	186.	20711.	10818.
21.50	12461.	8836.	190.	21107.	11038.
22.00	12862.	8836.	194.	21503.	11259.
22.50	13262.	8836.	199.	21899.	11479.
23.00	13663.	8836.	203.	22295.	11700.
23.50	14063.	8836.	208.	22691.	11921.
24.00	14464.	8836.	212.	23087.	12141.
24.50	14864.	8836.	216.	23484.	12362.
25.00	15265.	8836.	221.	23880.	12582.
25.50	15665.	8836.	225.	24276.	12803.
26.00	16066.	8836.	230.	24672.	13024.
26.50	16466.	8836.	234.	25068.	13244.
27.00	16867.	8836.	239.	25464.	13465.
27.50	17268.	8836.	243.	25860.	13686.
28.00	17668.	8836.	247.	26256.	13906.
28.50	18069.	8836.	252.	26653.	14127.
29.00	18469.	8836.	256.	27049.	14347.
29.50	18870.	8836.	261.	27445.	14568.
30.00	19270.	8836.	265.	27841.	14789.
30.50	19671.	8836.	269.	28237.	15009.
31.00	20071.	8836.	274.	28633.	15230.
31.50	20472.	8836.	278.	29029.	15450.
32.00	20873.	8836.	283.	29426.	15671.
32.50	21273.	8836.	287.	29822.	15892.
33.00	21674.	8836.	292.	30218.	16112.
33.50	22074.	8836.	296.	30614.	16333.
34.00	22475.	8836.	300.	31010.	16554.
34.50	22875.	8836.	305.	31406.	16774.
35.00	23276.	8836.	309.	31802.	16995.
35.50	23676.	8836.	314.	32199.	17215.
36.00	24077.	8836.	318.	32595.	17436.
36.50	24478.	8836.	323.	32991.	17657.
37.00	24878.	8836.	327.	33387.	17877.
37.50	25279.	8836.	331.	33783.	18098.
38.00	25679.	8836.	336.	34179.	18318.
38.50	26080.	8836.	340.	34575.	18539.
39.00	26480.	8836.	345.	34971.	18760.
39.50	26881.	8836.	349.	35368.	18980.
40.00	27281.	8836.	353.	35764.	19201.

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 =  $Q1l/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 234 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 72 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Pile P2, P3, P4 con scalzamento (Stratigrafia 1)**

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	-13.	13.	13.
1.00	0.	0.	-27.	27.	27.
1.50	0.	0.	-40.	40.	40.
2.00	0.	0.	-53.	53.	53.
2.50	0.	0.	-66.	66.	66.
3.00	4.	0.	-80.	84.	82.
3.50	38.	0.	-93.	131.	112.
4.00	83.	0.	-106.	189.	149.
4.50	134.	0.	-119.	253.	188.
5.00	192.	0.	-133.	324.	231.
5.50	256.	0.	-146.	402.	278.
6.00	362.	0.	-159.	521.	345.
6.50	680.	0.	-172.	852.	523.
7.00	1033.	0.	-186.	1219.	718.
7.50	1387.	0.	-199.	1586.	914.
8.00	1740.	0.	-212.	1952.	1109.
8.50	2094.	0.	-225.	2319.	1305.
9.00	2453.	0.	-239.	2692.	1503.
9.50	2848.	0.	-252.	3100.	1720.
10.00	3248.	0.	-265.	3513.	1939.
10.50	3649.	0.	-278.	3927.	2159.
11.00	4049.	0.	-292.	4341.	2379.
11.50	4450.	0.	-305.	4755.	2599.
12.00	4850.	0.	-318.	5169.	2818.
12.50	5251.	0.	-331.	5582.	3038.
13.00	5652.	0.	-345.	5996.	3258.
13.50	6052.	0.	-358.	6410.	3477.
14.00	6453.	0.	-371.	6824.	3697.
14.50	6853.	0.	-384.	7238.	3917.
15.00	7254.	0.	-398.	7651.	4137.
15.50	7654.	0.	-411.	8065.	4356.
16.00	8055.	0.	-424.	8479.	4576.
16.50	8455.	0.	-437.	8893.	4796.
17.00	8856.	0.	-451.	9307.	5016.
17.50	9257.	0.	-464.	9720.	5235.
18.00	9657.	0.	-477.	10134.	5455.
18.50	10058.	0.	-490.	10548.	5675.
19.00	10458.	0.	-504.	10962.	5894.
19.50	10859.	0.	-517.	11376.	6114.
20.00	11259.	0.	-530.	11789.	6334.
20.50	11660.	0.	-543.	12203.	6554.
21.00	12060.	0.	-557.	12617.	6773.
21.50	12461.	0.	-570.	13031.	6993.
22.00	12862.	0.	-583.	13445.	7213.
22.50	13262.	0.	-596.	13858.	7433.
23.00	13663.	0.	-610.	14272.	7652.
23.50	14063.	0.	-623.	14686.	7872.
24.00	14464.	0.	-636.	15100.	8092.
24.50	14864.	0.	-649.	15514.	8311.
25.00	15265.	0.	-663.	15928.	8531.
25.50	15665.	0.	-676.	16341.	8751.
26.00	16066.	0.	-689.	16755.	8971.
26.50	16466.	0.	-702.	17169.	9190.
27.00	16867.	0.	-716.	17583.	9410.
27.50	17268.	0.	-729.	17997.	9630.
28.00	17668.	0.	-742.	18410.	9849.
28.50	18069.	0.	-755.	18824.	10069.
29.00	18469.	0.	-769.	19238.	10289.
29.50	18870.	0.	-782.	19652.	10509.
30.00	19270.	0.	-795.	20066.	10728.
30.50	19671.	0.	-808.	20479.	10948.
31.00	20071.	0.	-822.	20893.	11168.
31.50	20472.	0.	-835.	21307.	11388.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 235 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

32.00	20873.	0.	-848.	21721.	11607.
32.50	21273.	0.	-861.	22135.	11827.
33.00	21674.	0.	-875.	22548.	12047.
33.50	22074.	0.	-888.	22962.	12266.
34.00	22475.	0.	-901.	23376.	12486.
34.50	22875.	0.	-914.	23790.	12706.
35.00	23276.	0.	-928.	24204.	12926.
35.50	23676.	0.	-941.	24617.	13145.
36.00	24077.	0.	-954.	25031.	13365.
36.50	24478.	0.	-968.	25445.	13585.
37.00	24878.	0.	-981.	25859.	13805.
37.50	25279.	0.	-994.	26273.	14024.
38.00	25679.	0.	-1007.	26687.	14244.
38.50	26080.	0.	-1021.	27100.	14464.
39.00	26480.	0.	-1034.	27514.	14683.
39.50	26881.	0.	-1047.	27928.	14903.
40.00	27281.	0.	-1060.	28342.	15123.

-----

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 236 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 7.9 VIADOTTO CESARA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 9+004.76 e 9+104.76. L'opera è costituita da due spalle e tre pile.

### 7.9.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P29 di lunghezza 10.5 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S40 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggio X4.1 di lunghezza 16.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Entrambi i sondaggi sono stati attrezzati con piezometro del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 73 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLE e PILE)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi	0.0÷2.0	19.0	-	50	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	2.0÷12.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17, qb<5800
Salt – Alterazione del substrato	12.0÷13.5	20.0	-	300	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
S – Substrato formazione dello Schlier	>13.5	22.0	-	-	150 per $z \leq 16.5$ m 170 per $z > 16.5$ m	4000 per $z \leq 16.5$ m 5000 per $z > 16.5$ m
Falda: a p.c.						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 237 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

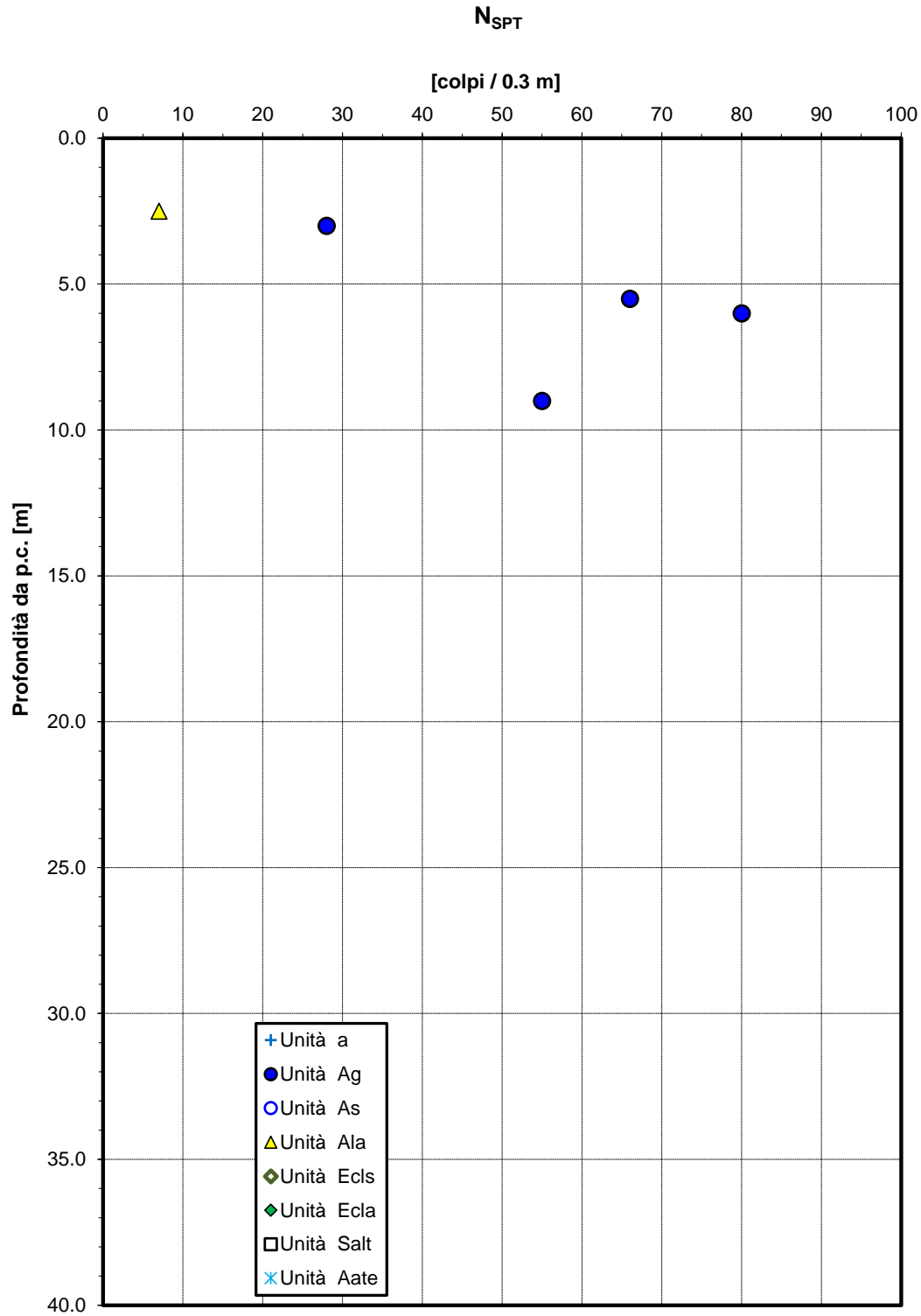


Figura 114 – Valori di  $N_{SPT}$

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 238 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Densità relativa da prove SPT

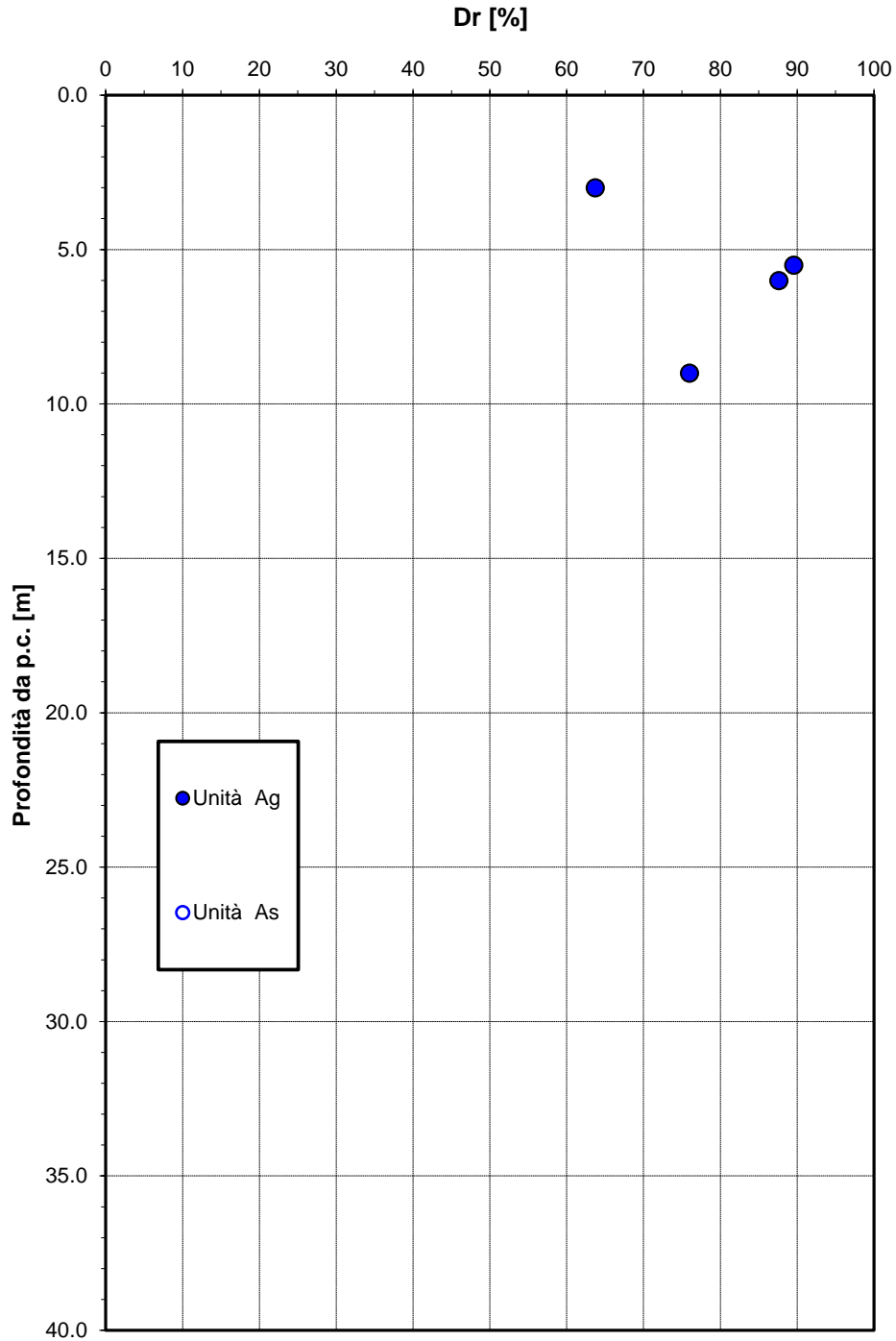


Figura 115 – Densità relativa da prova SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 239 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

angolo di resistenza al taglio [gradi]

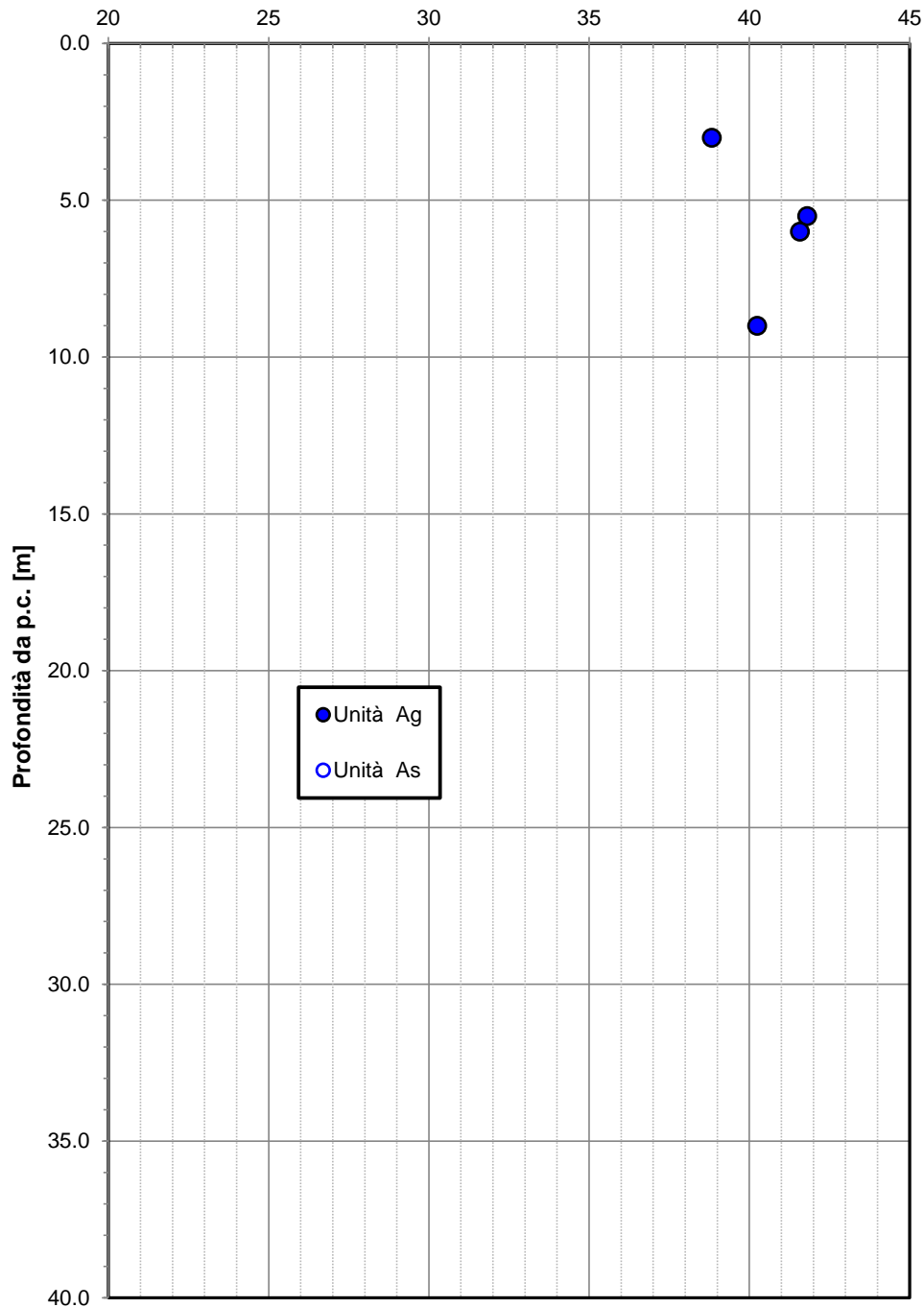


Figura 116 – Angolo di resistenza al taglio da prova SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 240 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

$E_0$  [MPa]

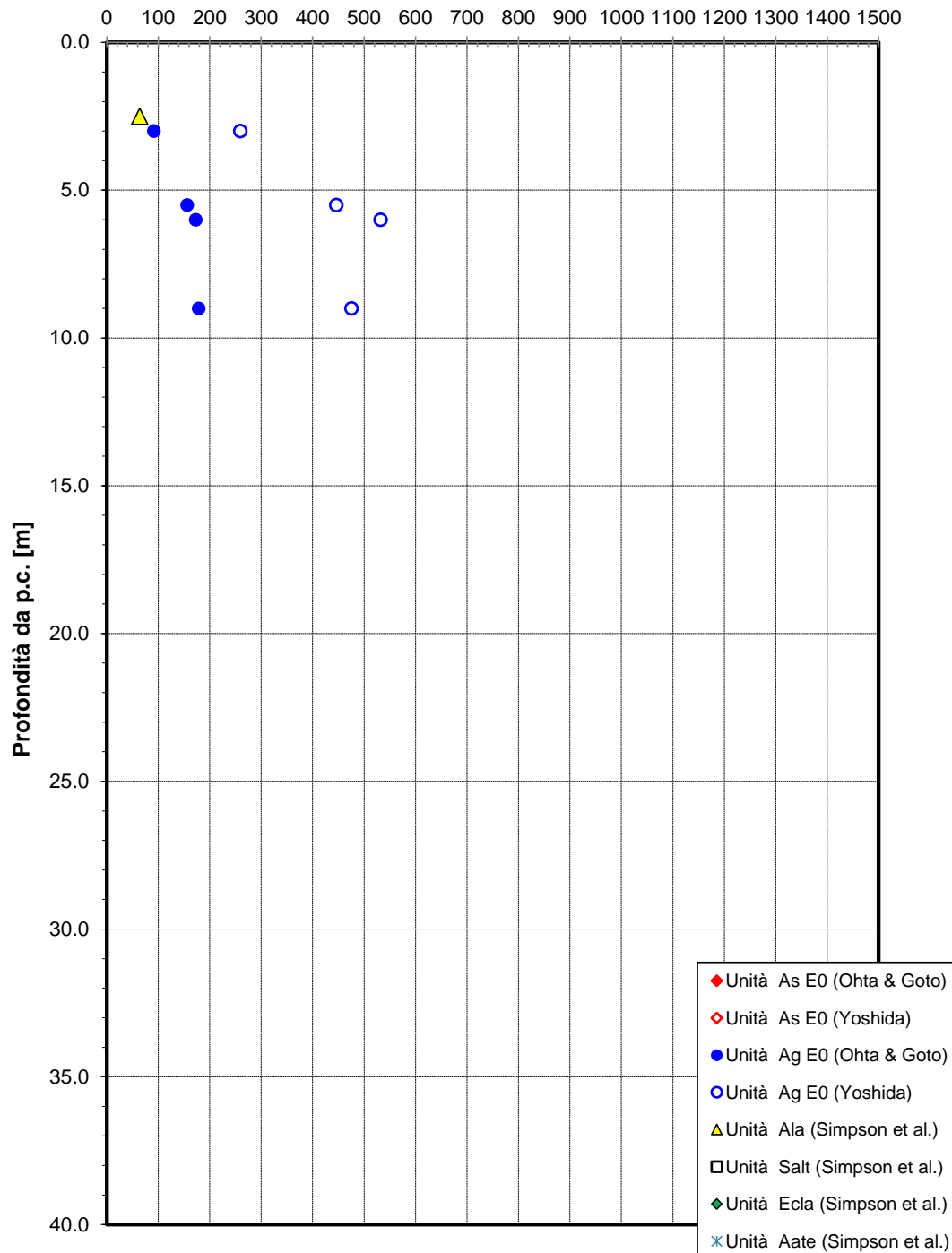


Figura 117 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 241 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

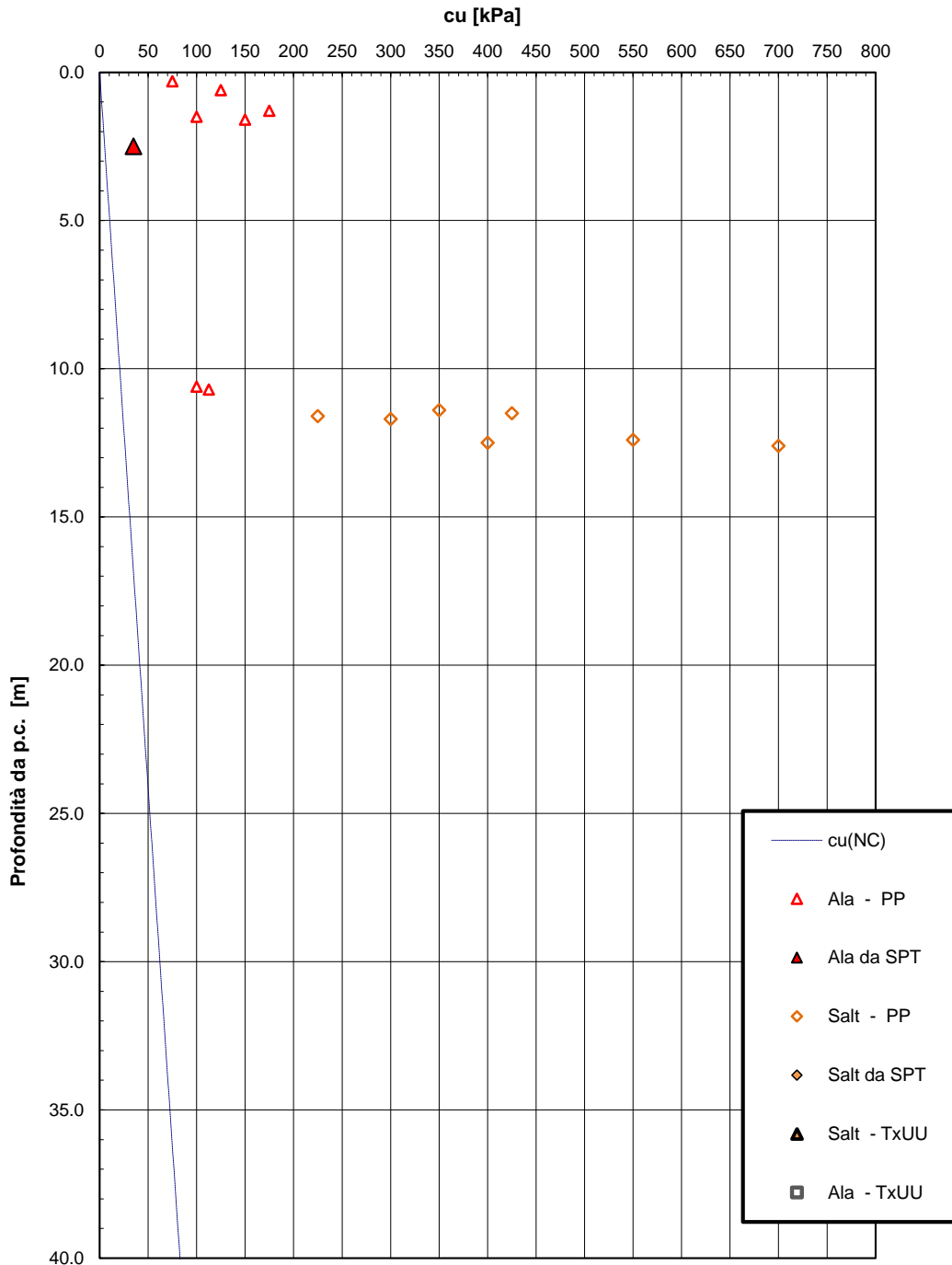


Figura 118 – Resistenza al taglio non drenata

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 242 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.9.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2 m da p.c. per le spalle e p.c. per le pile;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 74 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{sL}$ (compr.)	$F_{sL}$ (traz.)	$F_{sB}$
2 (A1+M1+R3)	2	1.7	1.15	1.25	1.35	1.96	2.13	2.3

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

**Tabella 75 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 1 (SPALLE)**

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	541.	0.	541.	235.
.50	26.	676.	4.	698.	303.
1.00	58.	811.	9.	860.	373.
1.50	96.	946.	13.	1029.	447.
2.00	139.	1081.	18.	1203.	524.
2.50	188.	1217.	22.	1383.	603.
3.00	244.	1352.	27.	1569.	686.
3.50	304.	1487.	31.	1761.	771.
4.00	371.	1622.	35.	1958.	859.
4.50	444.	1757.	40.	2161.	951.
5.00	522.	1893.	44.	2370.	1045.
5.50	606.	2028.	49.	2585.	1142.
6.00	696.	2163.	53.	2806.	1242.
6.50	792.	2298.	57.	3032.	1346.
7.00	893.	2433.	62.	3265.	1452.
7.50	1000.	2569.	66.	3503.	1561.
8.00	1113.	2704.	71.	3746.	1673.
8.50	1232.	2839.	75.	3996.	1788.
9.00	1357.	2974.	80.	4251.	1906.
9.50	1487.	3109.	84.	4513.	2027.
10.00	1624.	3244.	88.	4780.	2151.
10.50	1767.	3477.	93.	5151.	2320.
11.00	1917.	3709.	97.	5528.	2493.
11.50	2097.	3941.	102.	5936.	2682.
12.00	2426.	4288.	106.	6608.	2996.
12.50	2780.	4636.	110.	7305.	3323.
13.00	3133.	4983.	115.	8001.	3650.
13.50	3486.	5331.	119.	8698.	3977.
14.00	3840.	5678.	124.	9395.	4304.
14.50	4199.	6026.	128.	10097.	4634.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	243 di 654

15.00	4594.	6338.	133.	10799.	4967.
15.50	4994.	6650.	137.	11508.	5303.
16.00	5395.	6963.	141.	12216.	5638.
16.50	5795.	7275.	146.	12924.	5974.
17.00	6196.	7587.	150.	13633.	6310.
17.50	6597.	7899.	155.	14341.	6645.
18.00	6997.	8211.	159.	15049.	6981.
18.50	7398.	8524.	163.	15758.	7317.
19.00	7798.	8836.	168.	16466.	7652.
19.50	8199.	8836.	172.	16862.	7852.
20.00	8599.	8836.	177.	17258.	8052.
20.50	9000.	8836.	181.	17654.	8252.
21.00	9400.	8836.	186.	18051.	8452.
21.50	9801.	8836.	190.	18447.	8652.
22.00	10202.	8836.	194.	18843.	8852.
22.50	10602.	8836.	199.	19239.	9052.
23.00	11003.	8836.	203.	19635.	9252.
23.50	11403.	8836.	208.	20031.	9452.
24.00	11804.	8836.	212.	20427.	9652.
24.50	12204.	8836.	216.	20824.	9852.
25.00	12605.	8836.	221.	21220.	10052.
25.50	13005.	8836.	225.	21616.	10252.
26.00	13406.	8836.	230.	22012.	10452.
26.50	13807.	8836.	234.	22408.	10652.
27.00	14207.	8836.	239.	22804.	10852.
27.50	14608.	8836.	243.	23200.	11052.
28.00	15008.	8836.	247.	23597.	11251.
28.50	15409.	8836.	252.	23993.	11451.
29.00	15809.	8836.	256.	24389.	11651.
29.50	16210.	8836.	261.	24785.	11851.
30.00	16610.	8836.	265.	25181.	12051.
30.50	17011.	8836.	269.	25577.	12251.
31.00	17412.	8836.	274.	25973.	12451.
31.50	17812.	8836.	278.	26369.	12651.
32.00	18213.	8836.	283.	26766.	12851.
32.50	18613.	8836.	287.	27162.	13051.
33.00	19014.	8836.	292.	27558.	13251.
33.50	19414.	8836.	296.	27954.	13451.
34.00	19815.	8836.	300.	28350.	13651.
34.50	20215.	8836.	305.	28746.	13851.
35.00	20616.	8836.	309.	29142.	14051.
35.50	21017.	8836.	314.	29539.	14251.
36.00	21417.	8836.	318.	29935.	14451.
36.50	21818.	8836.	323.	30331.	14651.
37.00	22218.	8836.	327.	30727.	14850.
37.50	22619.	8836.	331.	31123.	15050.
38.00	23019.	8836.	336.	31519.	15250.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 244 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 76 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (compressione). Stratigrafia 2 (PILE)**

 QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	617.	0.	617.	268.
.50	3.	598.	4.	596.	257.
1.00	12.	579.	9.	581.	249.
1.50	26.	560.	13.	573.	243.
2.00	47.	541.	18.	570.	241.
2.50	73.	676.	22.	727.	309.
3.00	105.	811.	27.	889.	380.
3.50	142.	946.	31.	1058.	453.
4.00	186.	1081.	35.	1232.	530.
4.50	235.	1217.	40.	1412.	609.
5.00	290.	1352.	44.	1598.	692.
5.50	351.	1487.	49.	1790.	777.
6.00	418.	1622.	53.	1987.	865.
6.50	490.	1757.	57.	2190.	957.
7.00	569.	1893.	62.	2399.	1051.
7.50	653.	2028.	66.	2614.	1148.
8.00	742.	2163.	71.	2835.	1249.
8.50	838.	2298.	75.	3061.	1352.
9.00	940.	2433.	80.	3293.	1458.
9.50	1047.	2569.	84.	3532.	1567.
10.00	1160.	2704.	88.	3775.	1679.
10.50	1279.	2839.	93.	4025.	1794.
11.00	1404.	2974.	97.	4280.	1912.
11.50	1534.	3109.	102.	4542.	2033.
12.00	1670.	3244.	106.	4809.	2157.
12.50	1813.	3477.	110.	5180.	2326.
13.00	1963.	3709.	115.	5557.	2499.
13.50	2144.	3941.	119.	5965.	2688.
14.00	2473.	4288.	124.	6637.	3002.
14.50	2826.	4636.	128.	7334.	3329.
15.00	3180.	4983.	133.	8030.	3656.
15.50	3533.	5331.	137.	8727.	3983.
16.00	3886.	5678.	141.	9424.	4310.
16.50	4246.	6026.	146.	10126.	4640.
17.00	4640.	6338.	150.	10828.	4973.
17.50	5041.	6650.	155.	11537.	5309.
18.00	5442.	6963.	159.	12245.	5644.
18.50	5842.	7275.	163.	12953.	5980.
19.00	6243.	7587.	168.	13662.	6316.
19.50	6643.	7899.	172.	14370.	6652.
20.00	7044.	8211.	177.	15078.	6987.
20.50	7444.	8524.	181.	15787.	7323.
21.00	7845.	8836.	186.	16495.	7659.
21.50	8245.	8836.	190.	16891.	7859.
22.00	8646.	8836.	194.	17287.	8058.
22.50	9047.	8836.	199.	17683.	8258.
23.00	9447.	8836.	203.	18080.	8458.
23.50	9848.	8836.	208.	18476.	8658.
24.00	10248.	8836.	212.	18872.	8858.
24.50	10649.	8836.	216.	19268.	9058.
25.00	11049.	8836.	221.	19664.	9258.
25.50	11450.	8836.	225.	20060.	9458.
26.00	11850.	8836.	230.	20456.	9658.
26.50	12251.	8836.	234.	20853.	9858.
27.00	12652.	8836.	239.	21249.	10058.
27.50	13052.	8836.	243.	21645.	10258.
28.00	13453.	8836.	247.	22041.	10458.
28.50	13853.	8836.	252.	22437.	10658.
29.00	14254.	8836.	256.	22833.	10858.
29.50	14654.	8836.	261.	23229.	11058.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 245 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.00	15055.	8836.	265.	23625.	11258.
30.50	15455.	8836.	269.	24022.	11458.
31.00	15856.	8836.	274.	24418.	11657.
31.50	16256.	8836.	278.	24814.	11857.
32.00	16657.	8836.	283.	25210.	12057.
32.50	17058.	8836.	287.	25606.	12257.
33.00	17458.	8836.	292.	26002.	12457.
33.50	17859.	8836.	296.	26398.	12657.
34.00	18259.	8836.	300.	26795.	12857.
34.50	18660.	8836.	305.	27191.	13057.
35.00	19060.	8836.	309.	27587.	13257.
35.50	19461.	8836.	314.	27983.	13457.
36.00	19861.	8836.	318.	28379.	13657.
36.50	20262.	8836.	323.	28775.	13857.
37.00	20663.	8836.	327.	29171.	14057.
37.50	21063.	8836.	331.	29568.	14257.
38.00	21464.	8836.	336.	29964.	14457.
38.50	21864.	8836.	340.	30360.	14657.
39.00	22265.	8836.	345.	30756.	14857.
39.50	22665.	8836.	349.	31152.	15057.
40.00	23066.	8836.	353.	31548.	15257.

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

### Tabella 77 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 1 (SPALLE)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	19.	0.	-13.	33.	22.
1.00	42.	0.	-27.	69.	46.
1.50	69.	0.	-40.	109.	72.
2.00	100.	0.	-53.	153.	100.
2.50	135.	0.	-66.	202.	130.
3.00	175.	0.	-80.	254.	162.
3.50	218.	0.	-93.	311.	195.
4.00	266.	0.	-106.	372.	231.
4.50	318.	0.	-119.	437.	268.
5.00	374.	0.	-133.	506.	308.
5.50	434.	0.	-146.	579.	349.
6.00	498.	0.	-159.	657.	393.
6.50	566.	0.	-172.	739.	438.
7.00	639.	0.	-186.	824.	485.
7.50	715.	0.	-199.	914.	535.
8.00	796.	0.	-212.	1008.	586.
8.50	881.	0.	-225.	1106.	639.
9.00	970.	0.	-239.	1209.	694.
9.50	1063.	0.	-252.	1315.	751.
10.00	1166.	0.	-265.	1431.	812.
10.50	1304.	0.	-278.	1582.	890.
11.00	1453.	0.	-292.	1745.	974.
11.50	1634.	0.	-305.	1939.	1072.
12.00	1963.	0.	-318.	2281.	1240.
12.50	2316.	0.	-331.	2648.	1419.
13.00	2670.	0.	-345.	3014.	1598.
13.50	3023.	0.	-358.	3381.	1777.
14.00	3377.	0.	-371.	3748.	1956.
14.50	3736.	0.	-384.	4120.	2138.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	246 di 654

15.00	4131.	0.	-398.	4528.	2337.
15.50	4531.	0.	-411.	4942.	2538.
16.00	4932.	0.	-424.	5356.	2740.
16.50	5332.	0.	-437.	5770.	2941.
17.00	5733.	0.	-451.	6184.	3142.
17.50	6134.	0.	-464.	6597.	3343.
18.00	6534.	0.	-477.	7011.	3545.
18.50	6935.	0.	-490.	7425.	3746.
19.00	7335.	0.	-504.	7839.	3947.
19.50	7736.	0.	-517.	8253.	4149.
20.00	8136.	0.	-530.	8666.	4350.
20.50	8537.	0.	-543.	9080.	4551.
21.00	8937.	0.	-557.	9494.	4753.
21.50	9338.	0.	-570.	9908.	4954.
22.00	9738.	0.	-583.	10322.	5155.
22.50	10139.	0.	-596.	10735.	5357.
23.00	10540.	0.	-610.	11149.	5558.
23.50	10940.	0.	-623.	11563.	5759.
24.00	11341.	0.	-636.	11977.	5960.
24.50	11741.	0.	-649.	12391.	6162.
25.00	12142.	0.	-663.	12804.	6363.
25.50	12542.	0.	-676.	13218.	6564.
26.00	12943.	0.	-689.	13632.	6766.
26.50	13343.	0.	-702.	14046.	6967.
27.00	13744.	0.	-716.	14460.	7168.
27.50	14145.	0.	-729.	14874.	7370.
28.00	14545.	0.	-742.	15287.	7571.
28.50	14946.	0.	-755.	15701.	7772.
29.00	15346.	0.	-769.	16115.	7974.
29.50	15747.	0.	-782.	16529.	8175.
30.00	16147.	0.	-795.	16943.	8376.
30.50	16548.	0.	-808.	17356.	8577.
31.00	16948.	0.	-822.	17770.	8779.
31.50	17349.	0.	-835.	18184.	8980.
32.00	17750.	0.	-848.	18598.	9181.
32.50	18150.	0.	-861.	19012.	9383.
33.00	18551.	0.	-875.	19425.	9584.
33.50	18951.	0.	-888.	19839.	9785.
34.00	19352.	0.	-901.	20253.	9987.
34.50	19752.	0.	-914.	20667.	10188.
35.00	20153.	0.	-928.	21081.	10389.
35.50	20553.	0.	-941.	21494.	10591.
36.00	20954.	0.	-954.	21908.	10792.
36.50	21355.	0.	-968.	22322.	10993.
37.00	21755.	0.	-981.	22736.	11194.
37.50	22156.	0.	-994.	23150.	11396.
38.00	22556.	0.	-1007.	23563.	11597.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 247 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 78 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (trazione). Stratigrafia 2 (PILE)**

 QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	46.	0.	-53.	99.	75.
2.50	65.	0.	-66.	132.	97.
3.00	88.	0.	-80.	168.	121.
3.50	115.	0.	-93.	208.	147.
4.00	146.	0.	-106.	252.	175.
4.50	181.	0.	-119.	301.	204.
5.00	221.	0.	-133.	353.	236.
5.50	264.	0.	-146.	410.	270.
6.00	312.	0.	-159.	471.	305.
6.50	364.	0.	-172.	536.	343.
7.00	419.	0.	-186.	605.	382.
7.50	479.	0.	-199.	678.	424.
8.00	544.	0.	-212.	756.	467.
8.50	612.	0.	-225.	837.	513.
9.00	685.	0.	-239.	923.	560.
9.50	761.	0.	-252.	1013.	609.
10.00	842.	0.	-265.	1107.	660.
10.50	927.	0.	-278.	1205.	713.
11.00	1016.	0.	-292.	1307.	769.
11.50	1109.	0.	-305.	1414.	826.
12.00	1211.	0.	-318.	1530.	887.
12.50	1350.	0.	-331.	1681.	965.
13.00	1499.	0.	-345.	1844.	1048.
13.50	1680.	0.	-358.	2038.	1146.
14.00	2009.	0.	-371.	2380.	1314.
14.50	2362.	0.	-384.	2747.	1493.
15.00	2716.	0.	-398.	3113.	1673.
15.50	3069.	0.	-411.	3480.	1852.
16.00	3423.	0.	-424.	3847.	2031.
16.50	3782.	0.	-437.	4219.	2213.
17.00	4177.	0.	-451.	4627.	2411.
17.50	4577.	0.	-464.	5041.	2613.
18.00	4978.	0.	-477.	5455.	2814.
18.50	5378.	0.	-490.	5869.	3015.
19.00	5779.	0.	-504.	6282.	3217.
19.50	6179.	0.	-517.	6696.	3418.
20.00	6580.	0.	-530.	7110.	3619.
20.50	6980.	0.	-543.	7524.	3821.
21.00	7381.	0.	-557.	7938.	4022.
21.50	7782.	0.	-570.	8351.	4223.
22.00	8182.	0.	-583.	8765.	4425.
22.50	8583.	0.	-596.	9179.	4626.
23.00	8983.	0.	-610.	9593.	4827.
23.50	9384.	0.	-623.	10007.	5028.
24.00	9784.	0.	-636.	10420.	5230.
24.50	10185.	0.	-649.	10834.	5431.
25.00	10585.	0.	-663.	11248.	5632.
25.50	10986.	0.	-676.	11662.	5834.
26.00	11387.	0.	-689.	12076.	6035.
26.50	11787.	0.	-702.	12489.	6236.
27.00	12188.	0.	-716.	12903.	6438.
27.50	12588.	0.	-729.	13317.	6639.
28.00	12989.	0.	-742.	13731.	6840.
28.50	13389.	0.	-755.	14145.	7041.
29.00	13790.	0.	-769.	14559.	7243.
29.50	14190.	0.	-782.	14972.	7444.
30.00	14591.	0.	-795.	15386.	7645.
30.50	14991.	0.	-808.	15800.	7847.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	248 di 654

31.00	15392.	0.	-822.	16214.	8048.
31.50	15793.	0.	-835.	16628.	8249.
32.00	16193.	0.	-848.	17041.	8451.
32.50	16594.	0.	-861.	17455.	8652.
33.00	16994.	0.	-875.	17869.	8853.
33.50	17395.	0.	-888.	18283.	9055.
34.00	17795.	0.	-901.	18697.	9256.
34.50	18196.	0.	-914.	19110.	9457.
35.00	18596.	0.	-928.	19524.	9658.
35.50	18997.	0.	-941.	19938.	9860.
36.00	19398.	0.	-954.	20352.	10061.
36.50	19798.	0.	-968.	20766.	10262.
37.00	20199.	0.	-981.	21179.	10464.
37.50	20599.	0.	-994.	21593.	10665.
38.00	21000.	0.	-1007.	22007.	10866.
38.50	21400.	0.	-1021.	22421.	11068.
39.00	21801.	0.	-1034.	22835.	11269.
39.50	22201.	0.	-1047.	23248.	11470.
40.00	22602.	0.	-1060.	23662.	11672.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 249 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.10 VIADOTTO PALENTE

L'opera ha una lunghezza complessiva di 50 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 9+451.55 e 9+501.55. L'opera è costituita da due spalle.

#### 7.10.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio SN2236 di lunghezza 25.7 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2007;
- sondaggio X4.3 di lunghezza 1.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Il sondaggio SN2236 è stato attrezzato con inclinometro, mentre il sondaggio X4.3 con piezometro del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel Profilo geotecnico (doc. rif. [DR\_4] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

**Tabella 79 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLE)**

Unità geotecnica	Profondità [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	cu [kPa]	$\tau$ [kPa]	Nq [-]; qb [kPa]
Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi	0.0÷1.5	19.0	-	50	$\alpha \cdot cu \leq 100$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi	1.5÷8.0	19.0	38	-	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$	Nq=17, qb<5800
Salt – Alterazione del substrato	8.0÷10.5	20.0	-	130	$\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Sch – Substrato formazione dello Schlier	>10.5	22.0	-	-	150 per $z \leq 13.5$ m 170 per $z > 13.5$ m	4000 per $z \leq 13.5$ m 5000 per $z > 13.5$ m
Falda: a p.c. (*)						

Nelle seguenti figure si sintetizzano i risultati delle indagini.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 250 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

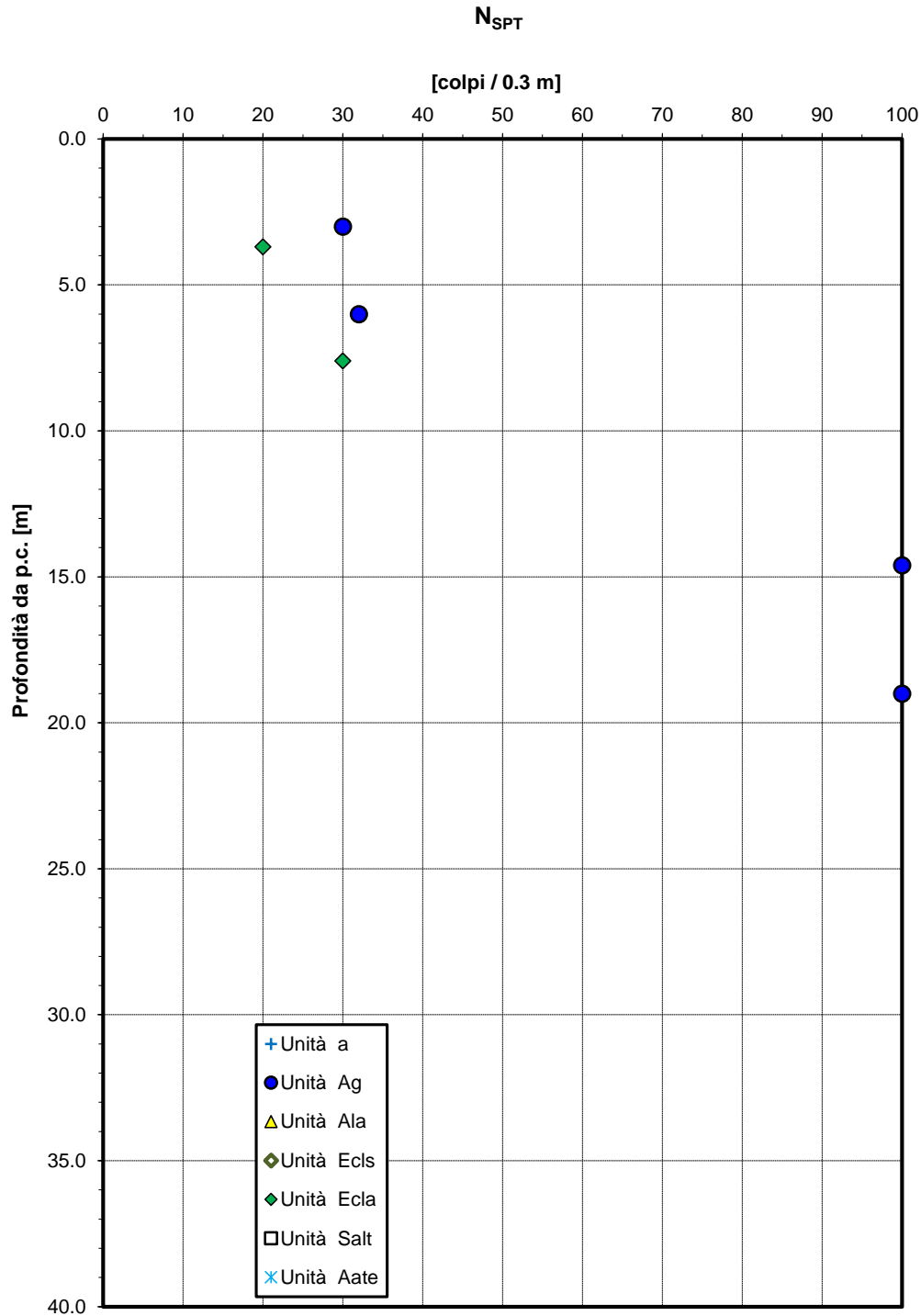


Figura 119 – Valori di N<sub>SPT</sub>

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 251 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Densità relativa da prove SPT

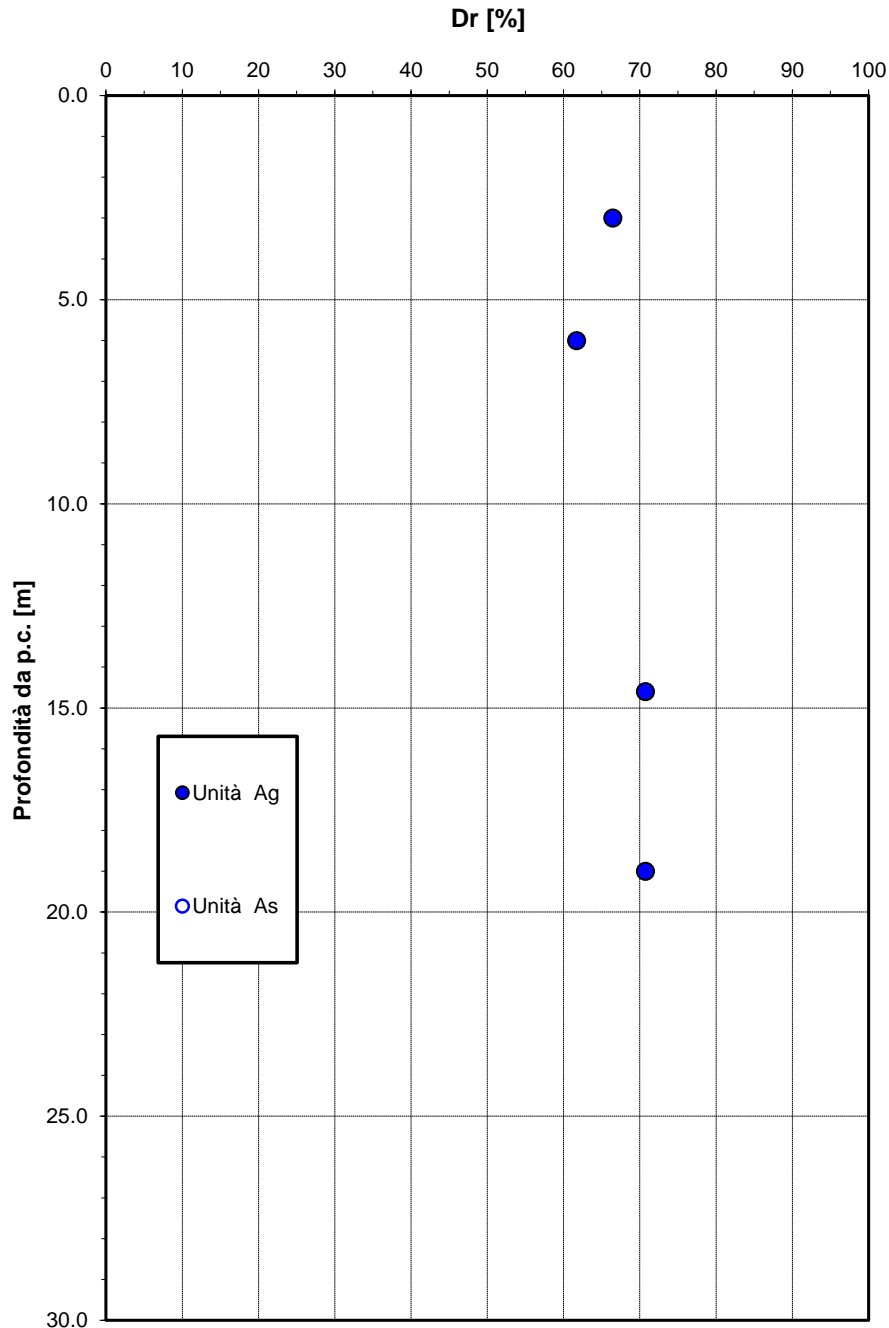


Figura 120 – Densità relativa da prova SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 252 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

angolo di resistenza al taglio [gradi]

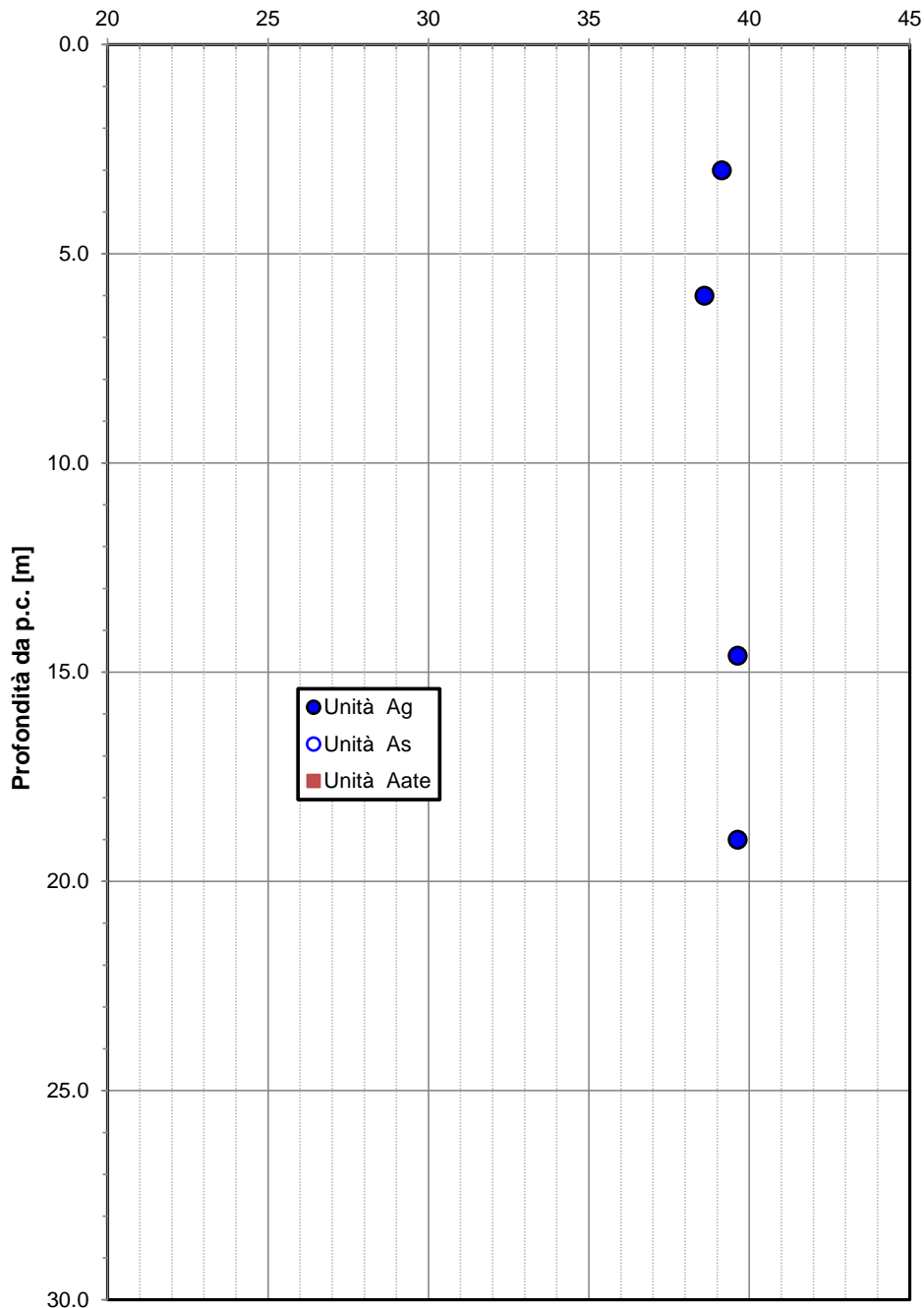


Figura 121 – Angolo di resistenza al taglio da prova SPT



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 253 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

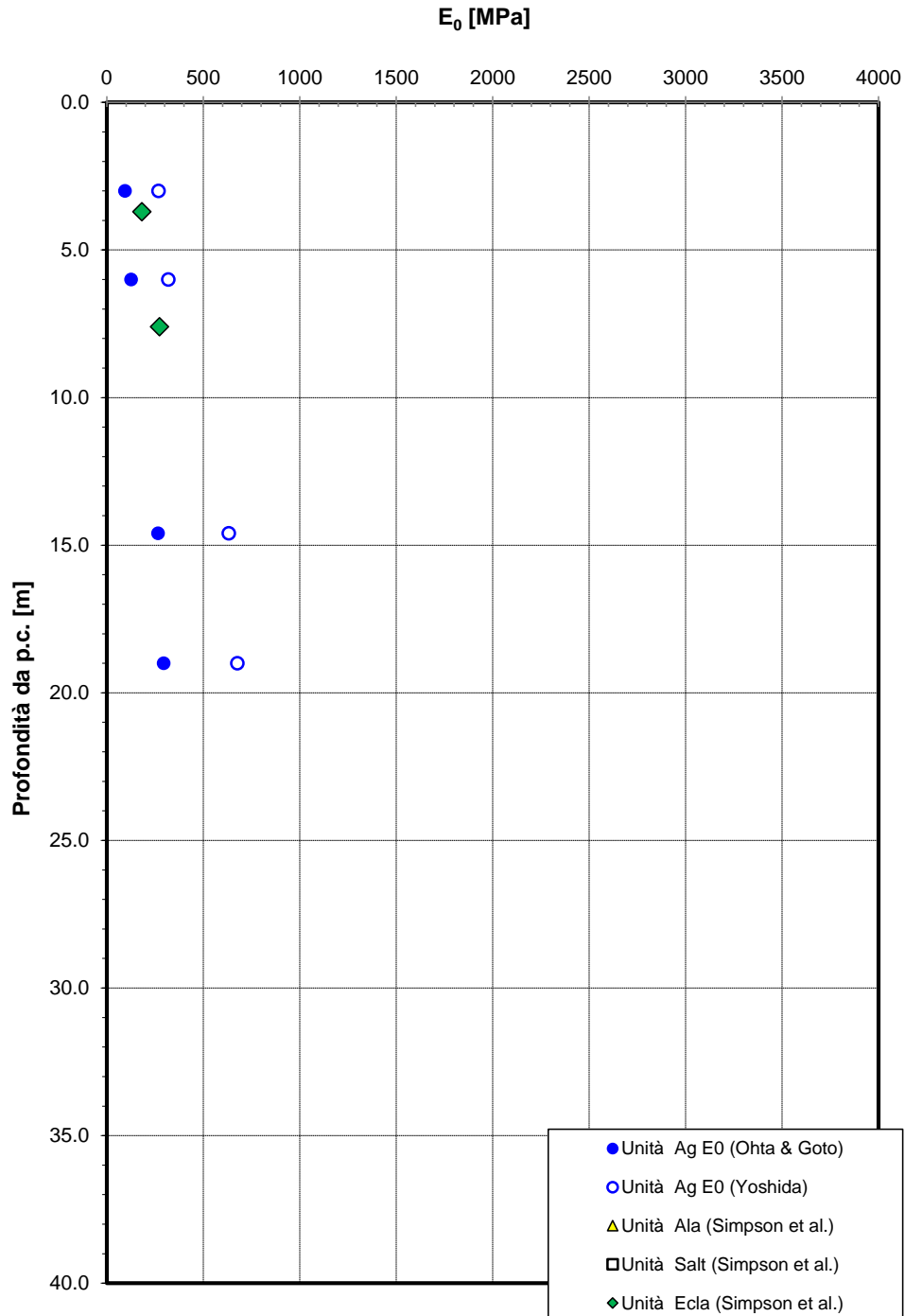


Figura 122 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 254 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Andamento della resistenza al taglio non drenata

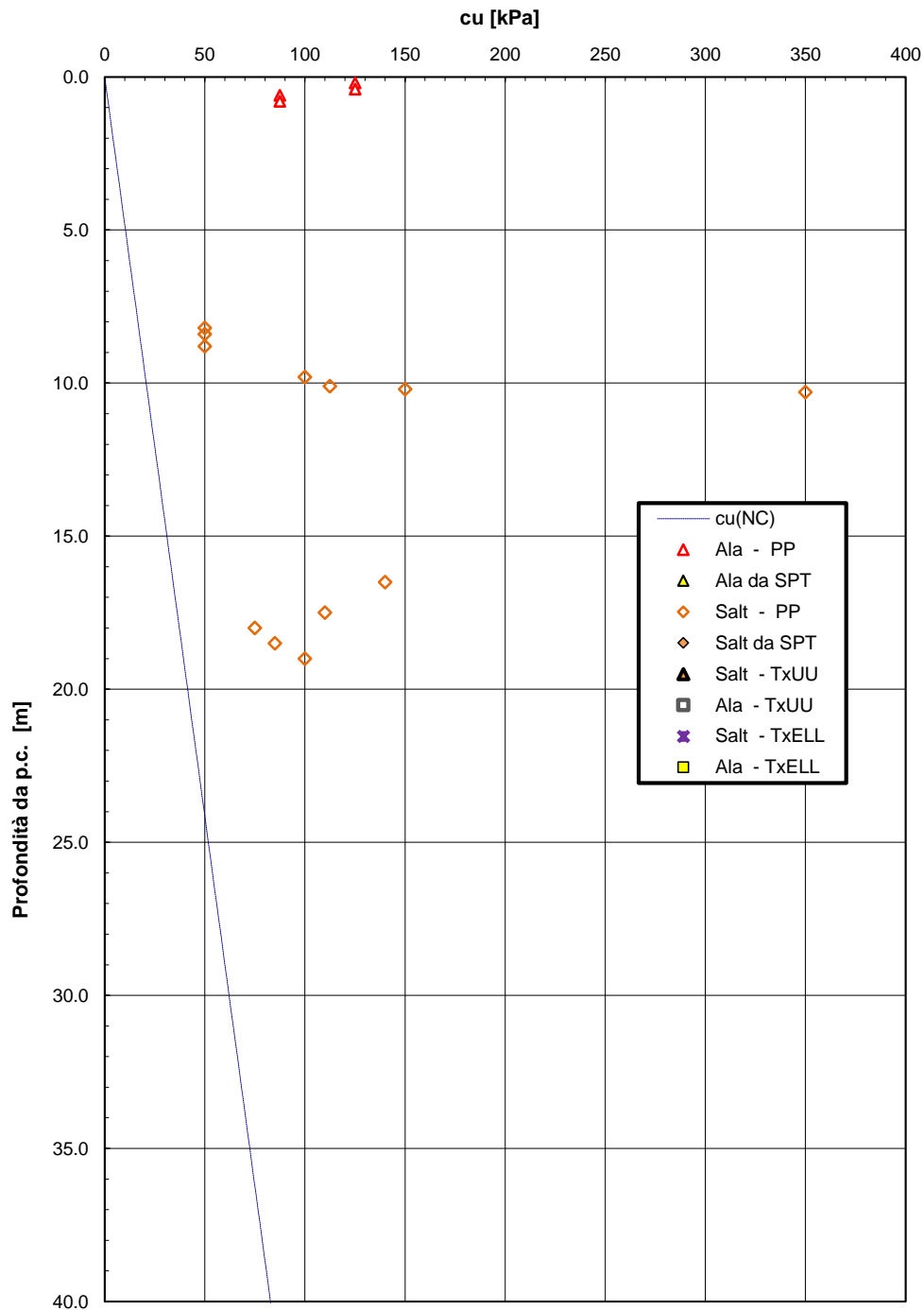


Figura 123 – Resistenza al taglio non drenata

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 255 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 7.10.2 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1200 mm;
- testa palo a p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

**Tabella 80 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali**

Approccio	n. di verticali indagate	$\xi_3$	$\gamma_s$ (compr.)	$\gamma_s$ (traz.)	$\gamma_b$	$F_{sL}$ (compr.)	$F_{sL}$ (traz.)	$F_{sB}$
2 (A1+M1+R3)	1	1.70	1.15	1.25	1.35	1.96	2.13	2.3

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto ( $Q_d$ ) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

**Tabella 81 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (compressione) (SPALLE)**

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	348.	0.	348.	151.
.50	2.	319.	3.	318.	137.
1.00	9.	289.	6.	293.	125.
1.50	21.	260.	8.	272.	115.
2.00	37.	346.	11.	372.	158.
2.50	58.	433.	14.	477.	204.
3.00	84.	519.	17.	586.	251.
3.50	114.	606.	20.	700.	302.
4.00	149.	692.	23.	818.	354.
4.50	188.	779.	25.	941.	409.
5.00	232.	865.	28.	1069.	466.
5.50	281.	952.	31.	1201.	526.
6.00	334.	1038.	34.	1338.	588.
6.50	392.	1125.	37.	1480.	652.
7.00	455.	1211.	40.	1626.	719.
7.50	522.	1298.	42.	1777.	788.
8.00	594.	1384.	45.	1933.	860.
8.50	671.	1411.	48.	2035.	908.
9.00	754.	1439.	51.	2141.	959.
9.50	841.	1466.	54.	2253.	1013.
10.00	934.	1493.	57.	2370.	1069.
10.50	1055.	1520.	59.	2515.	1140.
11.00	1315.	1949.	62.	3202.	1456.
11.50	1597.	2378.	65.	3911.	1784.
12.00	1880.	2807.	68.	4620.	2112.
12.50	2163.	3237.	71.	5329.	2440.
13.00	2446.	3666.	74.	6038.	2768.
13.50	2733.	4095.	76.	6752.	3098.
14.00	3049.	4211.	79.	7181.	3307.
14.50	3369.	4327.	82.	7614.	3518.
15.00	3690.	4443.	85.	8048.	3730.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	256 di 654

15.50	4010.	4559.	88.	8482.	3941.
16.00	4331.	4676.	90.	8916.	4152.
16.50	4651.	4792.	93.	9350.	4363.
17.00	4971.	4908.	96.	9783.	4574.
17.50	5292.	4801.	99.	9994.	4689.
18.00	5612.	4695.	102.	10205.	4803.
18.50	5933.	4588.	105.	10416.	4917.
19.00	6253.	4481.	107.	10627.	5031.
19.50	6574.	4375.	110.	10838.	5146.
20.00	6894.	4268.	113.	11049.	5260.
20.50	7215.	4161.	116.	11260.	5374.
21.00	7535.	4054.	119.	11471.	5488.
21.50	7855.	3948.	122.	11682.	5603.
22.00	8176.	3841.	124.	11893.	5717.
22.50	8496.	3734.	127.	12103.	5831.
23.00	8817.	3628.	130.	12314.	5946.
23.50	9137.	3521.	133.	12525.	6060.
24.00	9458.	3414.	136.	12736.	6174.
24.50	9778.	3308.	139.	12947.	6288.
25.00	10099.	3201.	141.	13158.	6403.
25.50	10419.	3094.	144.	13369.	6517.
26.00	10739.	2987.	147.	13580.	6631.
26.50	11060.	2881.	150.	13791.	6745.
27.00	11380.	2774.	153.	14002.	6860.
27.50	11701.	2667.	156.	14213.	6974.
28.00	12021.	2561.	158.	14424.	7088.
28.50	12342.	2454.	161.	14635.	7203.
29.00	12662.	2347.	164.	14845.	7317.
29.50	12983.	2241.	167.	15056.	7431.
30.00	13303.	2134.	170.	15267.	7545.
30.50	13623.	2027.	172.	15478.	7660.
31.00	13944.	1921.	175.	15689.	7774.
31.50	14264.	1814.	178.	15900.	7888.
32.00	14585.	1707.	181.	16111.	8002.
32.50	14905.	1600.	184.	16322.	8117.
33.00	15226.	1494.	187.	16533.	8231.
33.50	15546.	1387.	189.	16744.	8345.
34.00	15867.	1280.	192.	16955.	8460.
34.50	16187.	1174.	195.	17166.	8574.
35.00	16507.	1067.	198.	17376.	8688.
35.50	16828.	960.	201.	17587.	8802.
36.00	17148.	854.	204.	17798.	8917.
36.50	17469.	747.	206.	18009.	9031.
37.00	17789.	640.	209.	18220.	9145.
37.50	18110.	533.	212.	18431.	9260.
38.00	18430.	427.	215.	18642.	9374.
38.50	18751.	320.	218.	18853.	9488.
39.00	19071.	213.	221.	19064.	9602.
39.50	19391.	107.	223.	19275.	9717.
40.00	19712.	0.	226.	19486.	9831.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 257 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Tabella 82 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (trazione) (SPALLE)**

 QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacità portante palo D=1200 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	2.	0.	-8.	11.	10.
1.00	9.	0.	-17.	26.	21.
1.50	20.	0.	-25.	46.	35.
2.00	33.	0.	-34.	67.	49.
2.50	48.	0.	-42.	90.	65.
3.00	66.	0.	-51.	117.	82.
3.50	87.	0.	-59.	147.	100.
4.00	112.	0.	-68.	180.	120.
4.50	140.	0.	-76.	217.	142.
5.00	172.	0.	-85.	257.	165.
5.50	207.	0.	-93.	300.	190.
6.00	245.	0.	-102.	346.	217.
6.50	286.	0.	-110.	396.	245.
7.00	331.	0.	-119.	450.	274.
7.50	379.	0.	-127.	506.	305.
8.00	433.	0.	-136.	569.	339.
8.50	507.	0.	-144.	652.	382.
9.00	590.	0.	-153.	743.	430.
9.50	677.	0.	-161.	839.	479.
10.00	770.	0.	-170.	940.	531.
10.50	891.	0.	-178.	1069.	596.
11.00	1151.	0.	-187.	1338.	727.
11.50	1434.	0.	-195.	1629.	868.
12.00	1716.	0.	-204.	1920.	1009.
12.50	1999.	0.	-212.	2211.	1151.
13.00	2282.	0.	-221.	2502.	1292.
13.50	2569.	0.	-229.	2798.	1435.
14.00	2885.	0.	-238.	3123.	1592.
14.50	3206.	0.	-246.	3452.	1751.
15.00	3526.	0.	-254.	3780.	1910.
15.50	3846.	0.	-263.	4109.	2069.
16.00	4167.	0.	-271.	4438.	2228.
16.50	4487.	0.	-280.	4767.	2387.
17.00	4808.	0.	-288.	5096.	2546.
17.50	5128.	0.	-297.	5425.	2705.
18.00	5449.	0.	-305.	5754.	2863.
18.50	5769.	0.	-314.	6083.	3022.
19.00	6090.	0.	-322.	6412.	3181.
19.50	6410.	0.	-331.	6741.	3340.
20.00	6730.	0.	-339.	7070.	3499.
20.50	7051.	0.	-348.	7399.	3658.
21.00	7371.	0.	-356.	7728.	3817.
21.50	7692.	0.	-365.	8057.	3976.
22.00	8012.	0.	-373.	8385.	4135.
22.50	8333.	0.	-382.	8714.	4294.
23.00	8653.	0.	-390.	9043.	4453.
23.50	8974.	0.	-399.	9372.	4612.
24.00	9294.	0.	-407.	9701.	4771.
24.50	9614.	0.	-416.	10030.	4929.
25.00	9935.	0.	-424.	10359.	5088.
25.50	10255.	0.	-433.	10688.	5247.
26.00	10576.	0.	-441.	11017.	5406.
26.50	10896.	0.	-450.	11346.	5565.
27.00	11217.	0.	-458.	11675.	5724.
27.50	11537.	0.	-467.	12004.	5883.
28.00	11858.	0.	-475.	12333.	6042.
28.50	12178.	0.	-483.	12661.	6201.
29.00	12498.	0.	-492.	12990.	6360.
29.50	12819.	0.	-500.	13319.	6519.
30.00	13139.	0.	-509.	13648.	6678.
30.50	13460.	0.	-517.	13977.	6837.
31.00	13780.	0.	-526.	14306.	6995.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 258 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

31.50	14101.	0.	-534.	14635.	7154.
32.00	14421.	0.	-543.	14964.	7313.
32.50	14742.	0.	-551.	15293.	7472.
33.00	15062.	0.	-560.	15622.	7631.
33.50	15382.	0.	-568.	15951.	7790.
34.00	15703.	0.	-577.	16280.	7949.
34.50	16023.	0.	-585.	16609.	8108.
35.00	16344.	0.	-594.	16938.	8267.
35.50	16664.	0.	-602.	17266.	8426.
36.00	16985.	0.	-611.	17595.	8585.
36.50	17305.	0.	-619.	17924.	8744.
37.00	17626.	0.	-628.	18253.	8903.
37.50	17946.	0.	-636.	18582.	9062.
38.00	18266.	0.	-645.	18911.	9220.
38.50	18587.	0.	-653.	19240.	9379.
39.00	18907.	0.	-662.	19569.	9538.
39.50	19228.	0.	-670.	19898.	9697.
40.00	19548.	0.	-679.	20227.	9856.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 259 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 8. PALIFICATE DI FONDAZIONE

### 8.1 COMPORTAMENTO DEL PALO SOGGETTO AI CARICHI ORIZZONTALI - MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lienare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno ( $E_{MR}$ ) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo ( $p$ ) ed il corrispondente spostamento orizzontale ( $y$ ):

$$E_{MR} = p / y \quad [FL^{-2}]$$

Si osservi che, definito  $K_w$  [ $FL^{-3}$ ] il coefficiente di sottofondo di Winkler, per un palo di diametro  $D$  si ha:

$$E_{MR} = K_w \cdot D$$

L'andamento del modulo di reazione orizzontale con la profondità è funzione principalmente del tipo di terreno.

Per i terreni incoerenti si assume in genere una legge di variazione lineare caratterizzata dai seguenti parametri:

$$E_{MR} = E_{MR,0} + k_h \cdot z \quad [FL^{-2}]$$

dove:

$E_{MR,0}$  = valore del modulo di reazione a testa palo;

$k_h$  = gradiente del modulo di reazione del terreno funzione principalmente della  $D_r$ ;

$z$  = profondità a partire dalla sommità del palo.

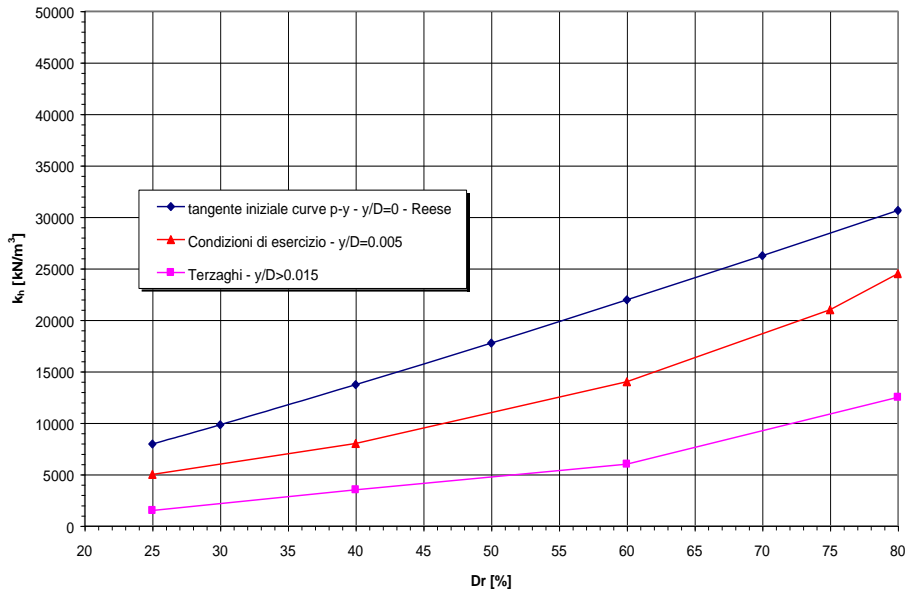
Nella seguente figura si riportano i valori di riferimento del gradiente  $k_h$  corrispondente a valori secanti del modulo  $EMR$  per pali isolati con basse deformazioni ( $y \leq 0.005 \cdot D$ ).

Per i terreni coesivi si assume in genere una legge del tipo:

$$E_{MR} = \xi \cdot c_u, \text{ con } \xi = 350,$$

corrispondenti a valori secanti del modulo  $EMR$  per pali isolati con basse deformazioni ( $y \leq 0.005 \cdot D$ ).

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 260 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento del gradiente del modulo di reazione orizzontale - Terreni incoerenti sotto falda**

**Figura 124**

Per le fondazioni dei viadotti/ponti in esame si considera:

- un modulo di reazione orizzontale del terreno: Es1 variabile linearmente con la profondità per i depositi prevalentemente incoerenti ( $kh = 8000 \text{ kN/m}^3$ );
- un modulo di reazione orizzontale del terreno: Es1 costante con la profondità, pari a 350 cu per i depositi prevalentemente coesivi;
- in corrispondenza del substrato si assume un modulo Es3 costante, pari a 150000 kN/m<sup>2</sup> per palo con D = 1500 mm e 120000 kN/m<sup>2</sup> per palo con D = 1200 mm;

## 8.2 MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno ( $E_{MR}$ , definito al precedente paragrafo), si ricorre al metodo degli elementi finiti (Matlock e Reese, 1956), adimensionalizzando la soluzione come segue:

$$M_0 = \alpha_m \cdot H_0$$

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z)$$

essendo:

$H_0$  = azione tagliante in testa palo [F];

$M_0$  = azione flettente, conseguente ad  $H_0$ , in testa al palo;



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 261 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$\alpha_m$  = rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

Mad = momento flettente adimensionale lungo il fusto del palo.

Nella seguente tabella è riportato, in funzione del diametro del palo, della stratigrafia di riferimento e per due lunghezze di palo, il valore del parametro alfa per il calcolo del momento flettente a testa palo. Comunque il parametro alfa in funzione della lunghezza del palo non varia in maniera sostanziale nell'ambito delle lunghezze analizzate.

Per le pile P2, P3, P4 del viadotto Potenza è stata analizzata anche l'ipotesi di scalzamento, annullando il modulo di reazione orizzontale in tale tratto. Lo scalzamento massimo per queste pile è di 7.5 m da p.c. naturale e quindi di 3.1 m da testa palo.

Tabella 83 – Parametro  $\alpha$

Opera		Diametro palo [mm]	Lunghezza palo [mm]	Parametro $\alpha$ [m]
Viadotto Castelraimondo	Stratigrafia 1	1500	20.0	2.90
			30.0	2.90
	Stratigrafia 2	1500	20.0	3.04
			30.0	3.05
	Stratigrafia 3	1500	20.0	2.88
			30.0	2.88
Viadotto Vallone	Stratigrafia 1	1500	20.0	3.11
			30.0	3.12
	Stratigrafia 2	1500	20.0	2.95
			30.0	2.95
	Stratigrafia 3	1500	20.0	2.85
			30.0	2.85
Viadotto S. Anna	Stratigrafia 1	1500	20.0	3.28
			30.0	3.31
Viadotto S. Pietro	Stratigrafia 1	1500	20.0	3.8
			30.0	3.8
Viadotto Potenza	Stratigrafia 1	1500	20.0	3.39
			30.0	3.38
	Pile P2, P3, P4 con scalzamento Stratigrafia 1	1500	20.0	4.14
			30.0	4.11
	Stratigrafia 2	1500	20.0	3.29
			30.0	3.29
Viadotto Cesara	Stratigrafia 1	1500	20.0	3.26
			30.0	3.28
Viadotto Palente	Stratigrafia 1	1200	20.0	2.67
			30.0	2.65

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 262 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 9. VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

### 9.1 PREMESSA

I rilevati in progetto sono previsti con pendenza delle scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale) con berma intermedia di larghezza 1.0 m per altezze rilevato maggiori di 5.0 m.

### 9.2 CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Si riportano nel seguito le metodologie ed i criteri di calcolo del cedimento.

L'analisi del cedimento è stata effettuata utilizzando il programma CED sviluppato dall'ing. Guiducci per l'analisi delle tensioni indotte nel sottosuolo dai carichi applicati in superficie.

Con il programma di calcolo è possibile analizzare cedimenti di rilevati illimitati sia di rilevati semi-illimitati (quali ad esempio i rilevati stradali dei cavalcavia ferroviari ed i rilevati di approccio alle spalle dei viadotti di linea).

Nel caso di rilevati semi-illimitati il cedimento viene valutato in condizione di area di carico semi – infinita; quindi si può individuare l'andamento del cedimento in asse rilevato in direzione longitudinale (tenendo eventualmente anche conto della pendenza longitudinale del rilevato), al fine di determinare la posizione (rispetto alla spalla) della sezione con cedimento massimo.

Nel caso particolare sono stati valutati cedimenti di rilevati di linea e quindi illimitati ed il calcolo è stato effettuato in corrispondenza dell'asse del rilevato (cedimento massimo).

#### 9.2.1 Determinazione della zona compressibile Hc

Viene definita convenzionalmente zona compressibile (Hc) la profondità oltre la quale l'incremento delle tensioni verticali ( $\delta\sigma_z$ ) risulti inferiore a  $(0.10) \cdot (\sigma'_{vo})$  (essendo  $\sigma'_{vo}$  la tensione verticale efficace litostatica) e il contributo al cedimento può essere considerato trascurabile.

#### **Terreni sabbiosi**

Il cedimento dei rilevati poggianti su terreni sabbiosi può essere determinato ricorrendo alla teoria dell'elasticità ed alla seguente espressione:

essendo:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

$s_t$  = cedimento totale

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile (Hc)

$E_i'$  = modulo di deformazione elastico drenato dello strato i-esimo

$\nu$  = rapporto di Poisson = 0.3

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 263 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Il comportamento dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) risulta macroscopicamente diverso da quello dei terreni a grana fine (limi e argille), in virtù della marcata differenza esistente tra i valori del coefficiente di permeabilità. Avendo infatti elevata permeabilità essi si comportano come un sistema aperto con libero flusso dell'acqua e l'eventuale sovrappressione dell'acqua interstiziale, generata da una qualunque causa che ne disturbi l'equilibrio originario, si dissipa in tempi estremamente brevi. Ne consegue che, ai fini pratici, si può trascurare il moto di filtrazione transitorio e fare riferimento direttamente alle condizioni di equilibrio finale.

Il decorso del cedimento nel tempo può essere pertanto considerato rapido, praticamente contemporaneo alla costruzione dell'opera.

### ***Terreni argillosi e/o stratificati***

Nel presente paragrafo vengono illustrati i criteri utilizzati per la valutazione dei cedimenti di rilevati in terreni costituiti prevalentemente da materiali argillosi saturi e in terreni stratificati, ovvero costituiti da materiali argillosi intercalati da lenti sabbiose.

L'analisi relativa ai cedimenti viene sviluppata con riferimento ai seguenti aspetti principali:

- descrizione dei diversi tipi di cedimento (immediato, di consolidazione primaria, secondario);
- descrizione delle ipotesi di lavoro;
- determinazione teorica dell'entità dei diversi tipi di cedimento;
- determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti di consolidazione primaria e secondaria, assenza o presenza di dreni verticali.

### **9.2.2 Tipi di cedimento**

L'applicazione di un carico di dimensioni finite su un deposito costituito da materiali argillosi saturi comporta un processo deformativo nel terreno che tradizionalmente viene schematizzato come illustrato nella Figura 125 (vedasi ad esempio Perloff [1975]):

a) Data la bassa permeabilità ( $k$ ) del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovrappressioni interstiziali ( $u$ ); i materiali argillosi si deformano allora a volume costante ed il cedimento che ne consegue è indicato come cedimento immediato.

b) Il trasferimento del carico dall'acqua allo scheletro solido comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità dell'argilla e alle condizioni di drenaggio. Il processo è noto come consolidazione primaria ed il cedimento conseguente a tale processo è indicato come cedimento di consolidazione primaria.

c) Ultimato il processo di consolidazione primaria, anche quando le sovrappressioni nell'acqua risultano nulle, continuano a svilupparsi nel tempo assestamenti dovuti a fenomeni di natura plastico-viscosa che avvengono in condizioni drenate; il cedimento conseguente è noto come cedimento secondario.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 264 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

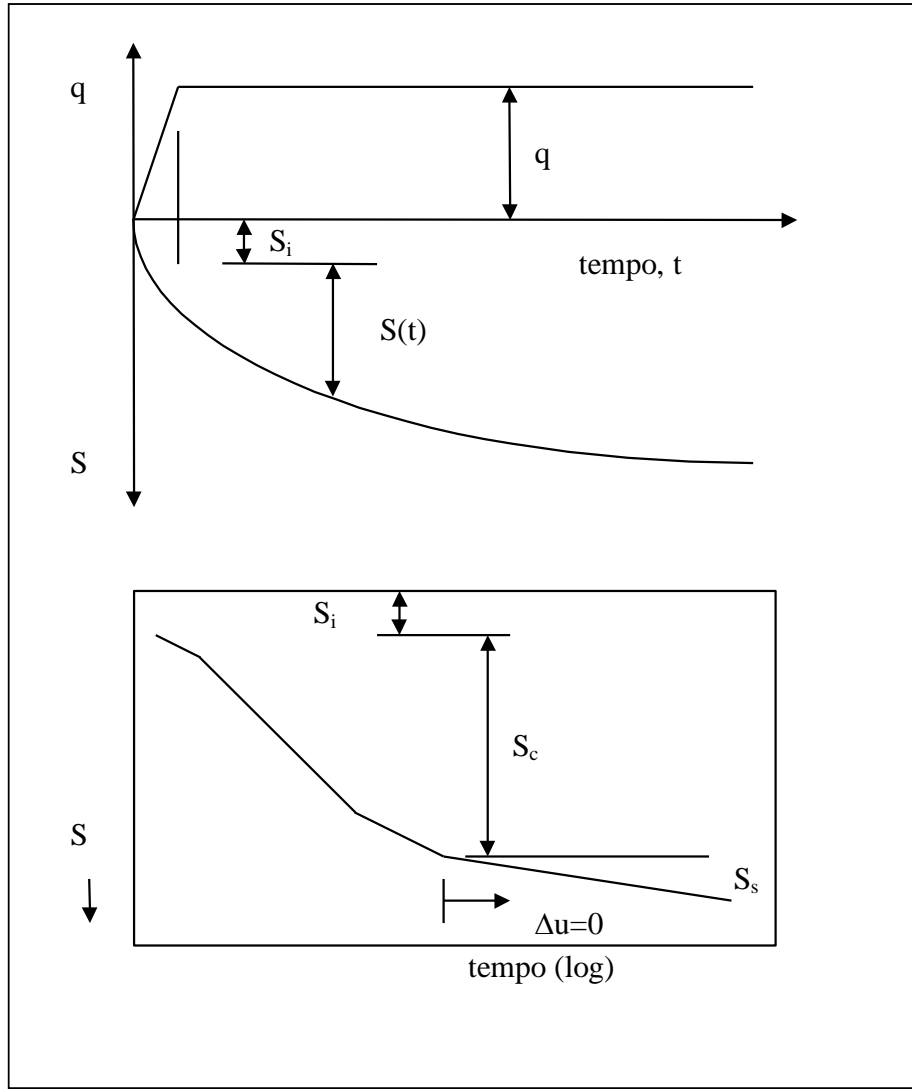


Figura 125 – Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 265 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 9.2.3 Valutazione teorica dei vari tipi di cedimento

#### Cedimento immediato

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato in argille viene stimato con la seguente espressione:

$$s_i = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu_u \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_{ui}}$$

essendo:

$s_i$  = cedimento immediato

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ )

$E_{ui}$  = modulo di deformazione non drenato dello strato i-esimo

$\nu_u$  = rapporto di Poisson = 0.5

#### Cedimento totale (immediato e di consolidazione primaria)

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato e di consolidazione primaria nei terreni coesivi viene stimato con la seguente espressione (in analogia a quanto già indicato per i depositi incoerenti):

essendo:

$$s_i = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

$s_i$  = cedimento immediato e di consolidazione primaria

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ )

$E_i'$  = modulo di deformazione elastico drenato dello strato i-esimo

$\nu'$  = rapporto di Poisson = 0.3

Per definizione il cedimento di consolidazione primaria è dato dalla differenza tra  $s_t$  e  $s_i$ .

### 9.2.4 Determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti

#### Cedimenti di consolidazione primaria

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 266 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

L'analisi del processo di consolidazione consiste nella previsione del decorso nel tempo della dissipazione della sovrappressione interstiziale e quindi del cedimento.

Si tratta di un problema molto complesso del quale esistono in letteratura delle soluzioni relative a schemi semplificati che possono comunque fornire indicazioni per i problemi pratici.

La prima soluzione al problema monodimensionale è stata ottenuta da Terzaghi (1923) nell'ambito delle seguenti ipotesi:

- terreno omogeneo e completamente saturo, con legge sforzi-deformazione di tipo lineare;
- i parametri di compressibilità e di permeabilità sono costanti durante il processo di consolidazione;
- incompressibilità dell'acqua e dello scheletro solido del terreno;
- deformazioni piccole e comportamento del terreno non viscoso;
- il carico è supposto applicato istantaneamente;
- validità della legge di Darcy.

L'equazione differenziale che regola il fenomeno in regime transitorio è:

$$c_v \frac{d^2u}{dz^2} = \frac{du}{dt}$$

dove:

$c_v$  = coefficiente di consolidazione verticale;

$u$  = sovrappressione interstiziale:  $u(z,t)$ ;

$z$  = dimensione (verticale);

$t$  = tempo;

$d$  = simbolo per derivata parziale.

La soluzione dell'equazione dipende dalle condizioni iniziali:

- distribuzione delle sovrappressioni interstiziali all'atto dell'applicazione del carico;
- condizioni di drenaggio al contorno.

La soluzione è generalmente espressa in termini del parametro adimensionale "grado di consolidazione"  $U_v$  definito dal rapporto fra la sovrappressione dissipata e quella 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 267 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$$U_v(z,t) = \frac{u_o - u(z,t)}{u_o} = 1 - \frac{u(z,t)}{u_o} = \frac{s_c(t)}{s_c}$$

dove:

$u_o$  = sovrappressione iniziale;

$u(z,t)$  = sovrappressione durante il transitorio;

$s_c(t)$  = cedimento (per consolidazione) nel generico istante  $t$ ;

$s_c$  = cedimento al termine del processo.

Una funzione che approssima la soluzione dell'equazione differenziale è stata proposta da Sivaram e Swamee - 1977 (vedasi "Geotecnica" di R. Lancellotta).

$$U_v = (4 \cdot T_v / \pi)^{0.5} / [1 + (4 \cdot T_v / \pi)^{2.8}]^{0.179}$$

dove:

$T_v = c_v \cdot t / L_v^2$  fattore di tempo adimensionale

$c_v = k_v \cdot E_d / \gamma_w$  coefficiente di consolidazione verticale

$k_v$  = coefficiente di permeabilità verticale

$E_d$  = modulo di compressibilità edometrica

$\gamma_w$  = peso di volume dell'acqua

$t$  = istante di tempo generico

$L_v$  = massimo percorso di drenaggio.

#### Cedimento secondario

Il cedimento secondario nei terreni coesivi è convenzionalmente calcolato facendo riferimento alla seguente equazione:

$$s_s = \sum_1^n \log \left( \frac{t}{t_{100,i}} \right) \cdot c_{ai} \cdot h_i$$

essendo:

$s_s$  = cedimento secondario;

$t$  = tempo generico a partire dall'applicazione del carico;

$t_{100,i}$  = tempo necessario all'esaurimento della consolidazione primaria nello strato argilloso  $i$ -esimo, separato da altri strati argillosi da lenti sabbiose continue;

$h_i$  = altezza dello strato argilloso  $i$ -esimo separato da altri strati argillosi da lenti sabbiose continue;

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)****4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 268 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

$n$  = numero di strati argillosi separati tra loro da lenti sabbiose continue;

$\alpha_i$  = coefficiente di consolidazione secondaria nello strato  $i$ -esimo misurato da prove edometriche di laboratorio.

Nell'impiego della relazione sono implicite le seguenti ipotesi:

- monodimensionalità del problema;
- il cedimento secondario inizia dopo l'esaurimento del cedimento di consolidazione primaria;
- il valore di  $\alpha$  è costante durante l'evolversi del cedimento secondario;
- il valore di  $\alpha$  è indipendente dal valore dello spessore dello strato  $i$ -esimo  $h_i$ , anche se tale spessore influenza l'entità del  $t_{100}$ ;
- il valore di  $\alpha$  è indipendente dal rapporto  $\Delta\sigma_z/\sigma'_{vo}$ .

Nel caso di profili caratterizzati da più strati argillosi separati da lenti sabbiose non continue, il calcolo del cedimento secondario viene eseguito con riferimento al monostrato e ad un coefficiente di consolidazione secondaria medio pesato tra quelli relativi ai singoli strati.



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 269 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 9.3 ANALISI DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

### 9.3.1 Sezioni di calcolo e parametri geotecnici

Nel seguito vengono riportate le analisi svolte per il calcolo dei cedimenti dei rilevati di massima altezza per le sezioni ritenute più significative sia in relazione alla successione stratigrafica, che alla geometria dei rilevati (altezza, larghezza sommitale).

In particolare sono state analizzate le seguenti sezioni:

- sezione al km 3+160 con larghezza sommitale  $B=13$  m, altezza  $H=8$ , rappresentativa come altezza massima di rilevato in terreni superficiali eluvio-colluviali coesivi (unità Ecl);
- sezione al km 3+940 con larghezza sommitale  $B=13$  m, altezza  $H=8.0$  m, rappresentativa per l'altezza massima rilevato in terreni alluvionali incoerenti (unità Ag);
- sezione al km 7+240 con larghezza sommitale  $B=13$  m, altezza  $H=7.3$  m, rappresentativa per altezza massima di rilevato in terreno alluvionale coesivo (unità Ala);
- sezione al km 8+960 con larghezza sommitale  $B=22$  m ed altezza 5 m, rappresentativa per la massima larghezza del rilevato.

L'analisi dei cedimenti dei rilevati è stata svolta in accordo alle metodologie di calcolo precedentemente esposte, con il programma di calcolo CED (G. Guiducci) considerando l'ipotesi di rilevato illimitato. Nella valutazione dei cedimenti e quindi nella determinazione dello spessore compressibile, si sono considerati i contributi degli strati in corrispondenza dei quali l'incremento della tensione verticale risulta maggiore o uguale a 0.1 volte la tensione geostatica efficace.

Il calcolo dei cedimenti dei rilevati è stato eseguito considerando ciascuna sezione di rilevato come da figura seguente con pendenza scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con l'altezza massima, valutata come distanza tra quota di progetto del rilevato (piano stradale) ed il piano campagna (vedasi H<sub>ril</sub>, calcolo nella figura seguente) e la larghezza sommitale del rilevato (larghezza massima della piattaforma stradale, dimensione B indicata in figura seguente).

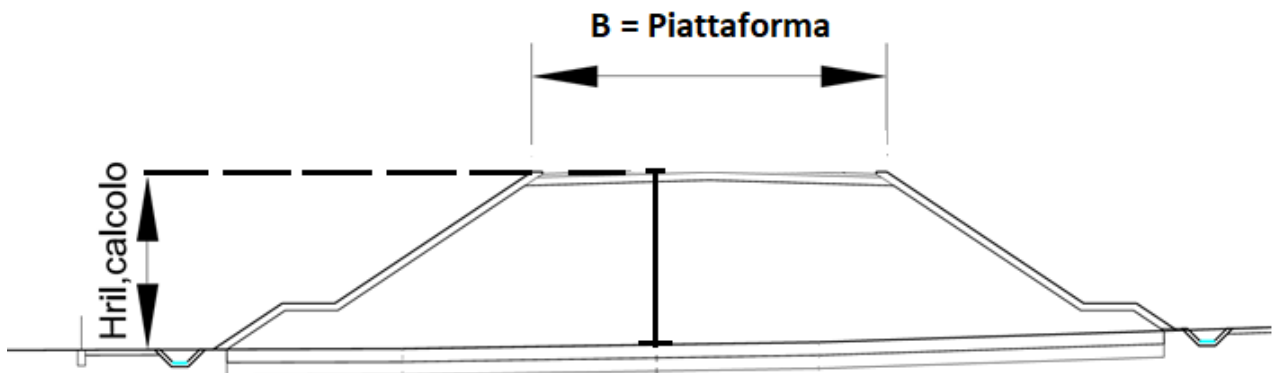


Figura 126 – Schema di calcolo

La stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto delle formazioni sono state dedotte sulla base delle indagini più vicine (elencate nella Tabella 84).

Il modulo di deformazione elastico operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati ( $E'$ ) è stato valutato dal modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ), in particolare si è assunto  $E' = E_0/10$ . Per il valore

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)****4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 270 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

del modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) è stato considerato l'andamento con la profondità sulla base dei risultati delle prove in sito (SPT), in accordo a quanto precedentemente esposto nella caratterizzazione geotecnica generale delle singole unità.

Per la stima dei cedimenti immediati è stato valutato anche il modulo di deformazione in condizioni non drenate ( $E_u$ ). Il valore è stato valutato in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica generale, è stato stimato con la correlazione di Duncan & Buchigani (1976):  $E_u = k \cdot c_u$ , dove  $c_u$  è la resistenza al taglio non drenata e  $k$  è stato assunto pari a 450 per i depositi coesivi in esame. I valori della resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) sono stati individuati dai risultati delle indagini eseguite in prossimità dell'opera.

In tabella seguente si riportano le stratigrafie ed i parametri di calcolo per le sezioni analizzate.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 271 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tabella 84 – stratigrafia e parametri geotecnici – sezioni di calcolo

Sezione km 3+160 – H = 8 m, B=13 m – indagini di riferimento: S34, X3.13					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷6.0	Ecla	19.0	7÷25	80÷120	36÷54
6.0÷8.0	Salt	20.0	60	350	157.5
8.0÷40.0	Pa/Ap	23.0	66÷250	-	-
40.0÷80.0	Pa/Ap	23.0	250÷400	-	-
Falda: a 2.5 m da p.c.					

Sezione km 3+940 – H = 8 m, B=25 m – indagini di riferimento: S36, X3.16, X3.17, BH7					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷11.0	Ag	19.0	20÷40	-	-
11.0÷12.5	Salt	20.0	60	350	60
12.5÷40.0	Pa/Ap	23.0	92÷250	-	-
40.0÷80.0	Pa/Ap	23.0	250÷400	-	-
Falda: a 7.0 m di profondità da p.c.					

Sezione km 7+240 H = 7.3 m, B=13.0 m – indagini di riferimento: X3.20, X3.22					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷8.0	Ala	19.0	15	90	40.5
8.0÷10.0	Salt	20.0	60	350	157.5
10.0÷40.0	Pa/Ap	23.0	77.5÷250		
40.0÷80.0	Pa/Ap	23.0	250÷330	-	
Falda: a 1.5 m di profondità 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 272 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Sezione km 7+240 H = 7.3 m, B=13.0 m– indagini di riferimento: S40, X4.1

Profondità da p.c. [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷4.0	Ala	19.0	6	50	22.5
4.0÷13.0	Ag	19.0	25÷35	-	-
13.0÷15.0	Salt	20.0	60	300	135
15.0÷40.0	Pa/Ap	23.0	106÷250	-	-
40.0÷80.0	Pa/Ap	23.0	250÷330	-	-

Falda: a 7.0 m di profondità da p.c.

Per alcune sezioni di calcolo scelte la geometria di rilevato non è regolare e quindi il calcolo dei cedimenti è stato fatto considerando una sezione fittizia trapezoidale di area equivalente alla sagoma reale. Nelle seguenti figure è rappresentata la sagoma trapezoidale della sezione di calcolo modellata nell'analisi a seguire.

**SEZIONE N. : 382**  
**DIST.PROG. : 7+240.00**

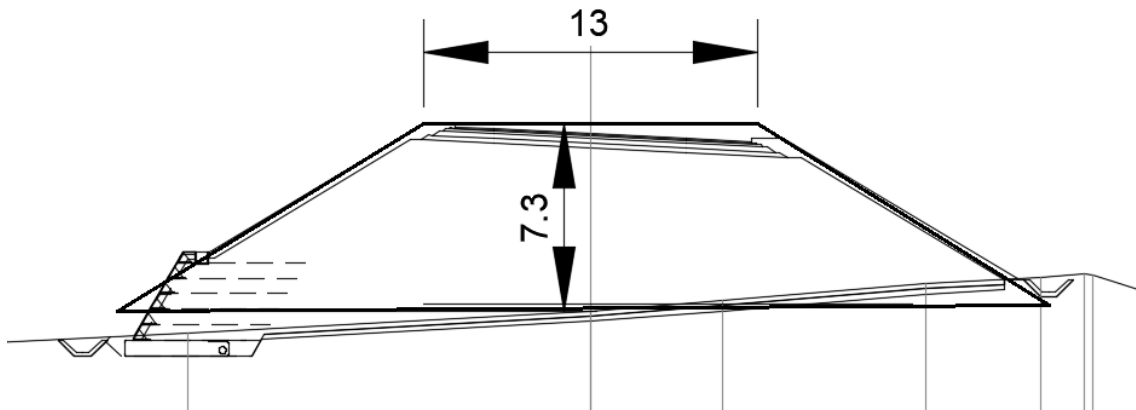


Figura 127. Schema sezione di calcolo – sez km 7+240

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 273 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

SEZIONE N. : 213  
 DIST.PROG. : 3+940.00

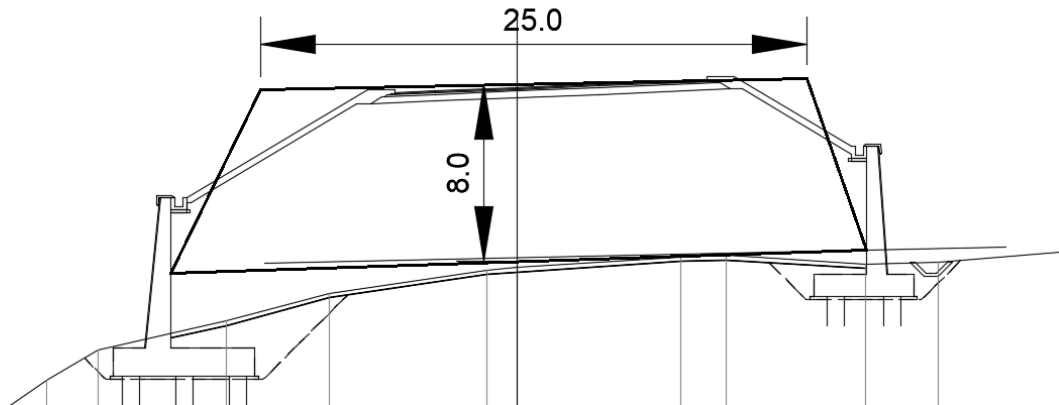


Figura 128. Schema sezione di calcolo – sez km 3+940 (pendenza scarpate =2.8)

E' stato valutato anche il decorso dei cedimenti nel tempo.

Il valore del coefficiente di consolidazione primaria verticale ( $c_v$ ) è stimato da correlazioni empiriche in funzione del limite liquido (LL) come specificato al paragrafo 5.2.3. Sono disponibili anche alcuni valori del coefficiente di consolidazione primaria verticale determinati dalle prove edometriche, ma si tratta di pochi dati disponibili e relativi a campioni terrosi prelevati nella formazione del substrato, mentre i processi di consolidazione interessano principalmente i terreni coesivi superficiali più compressibili (unità Ecla, Ala, Aate) ed in queste unità geotecniche si hanno pochissimi dati (vedasi **Figura 129**). Pertanto si è assunto per i terreni coesivi un valore di  $c_v = 3E^{-07} \text{ m}^2/\text{s}$ , vedasi **Figura 129**; in accordo anche con le osservazioni riportate in "Lancellotta" in cui dal confronto tra i valori di  $c_v$  ottenuti da diverse procedure (eseguito da Burghignoli e Calabresi, 1975) si evince che la velocità di consolidazione in sito può essere maggiore di quella stimata in laboratorio in relazione alla scarsa rappresentatività per le ridotte dimensioni del campione di laboratorio.

Per quanto riguarda il coefficiente di consolidazione secondaria ( $\alpha$ ), con la correlazione proposta nel manuale NAVFAC-DM 7.1. (1971), che correla il coefficiente di consolidazione secondaria al contenuto naturale di acqua ( $W_n$ ), si stima un valore di  $\alpha = 0.0025$  ( $W_n = 20 \div 25\%$  valore medio del contenuto naturale d'acqua nei depositi coesivi).

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 274 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

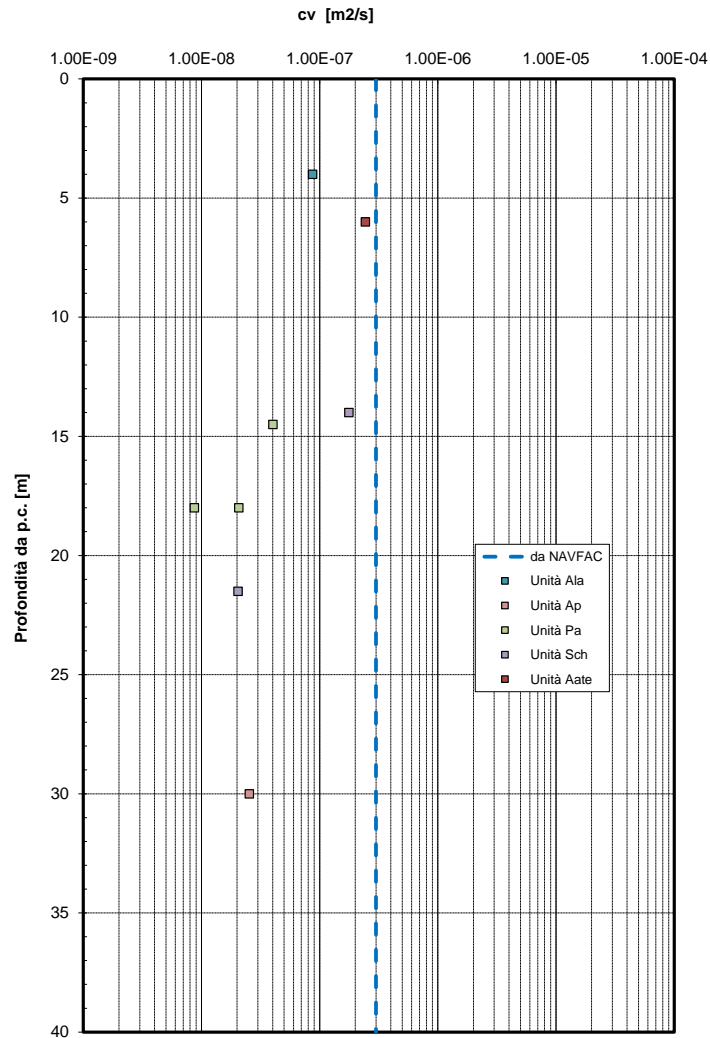


Figura 129. Coefficiente di consolidazione primaria verticale

Nelle figure a seguire i riportano gli andamenti con la profondità del modulo di deformazione elastico iniziale e della resistenza al taglio non drenata prese a riferimento per la scelta dei parametri di progetto per il calcolo dei cedimenti delle sezioni analizzate.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 275 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

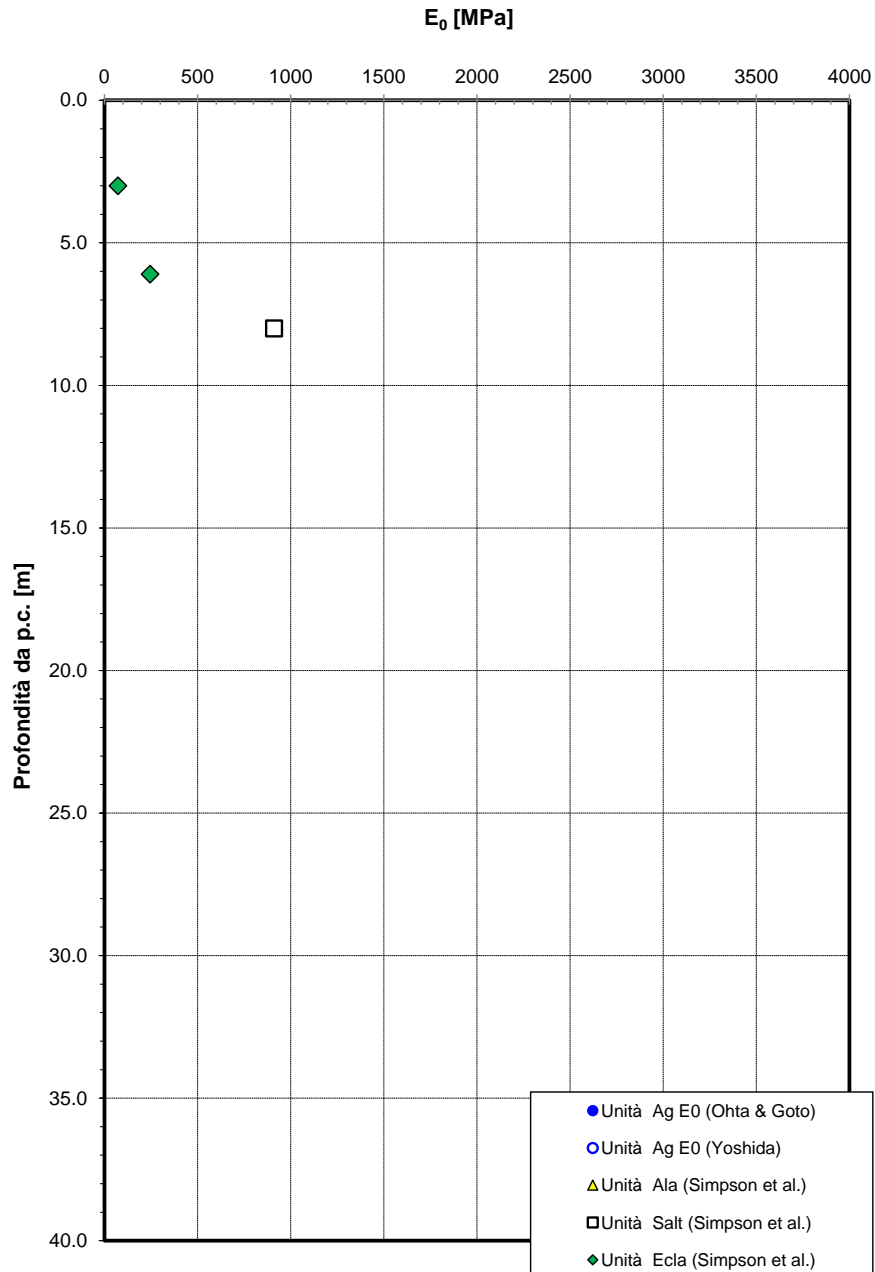


Figura 130. Modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) - sondaggi S34, X3.13

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 276 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

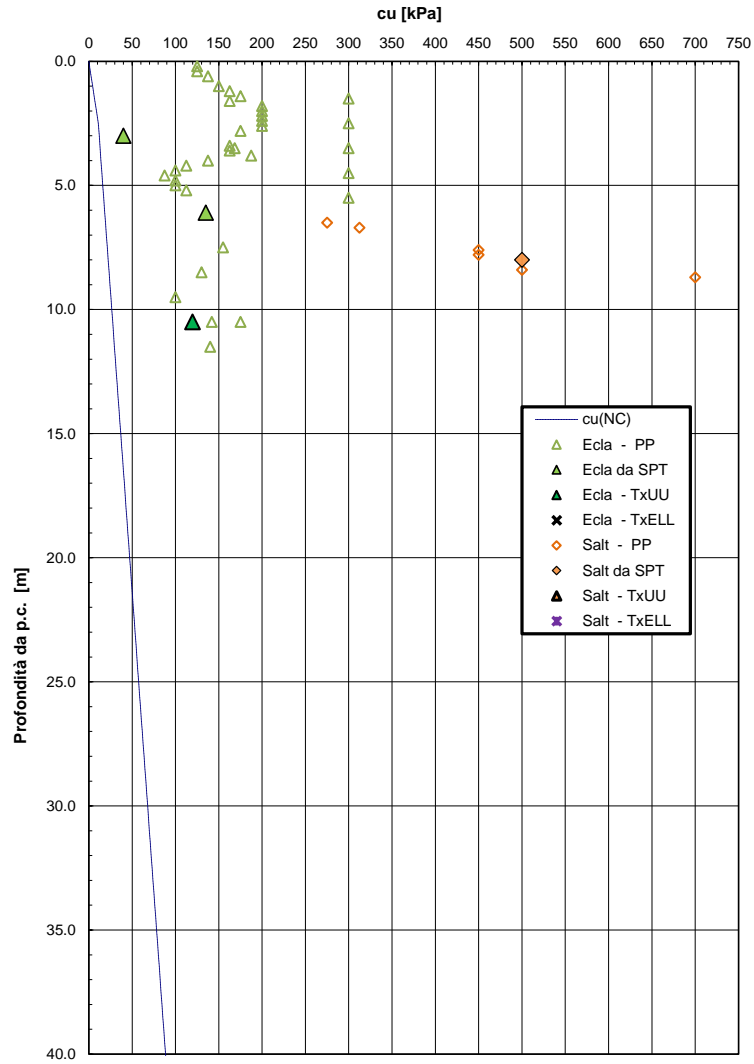


Figura 131. Resistenza al taglio non drenata - sondaggi S34, X3.13



### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 277 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

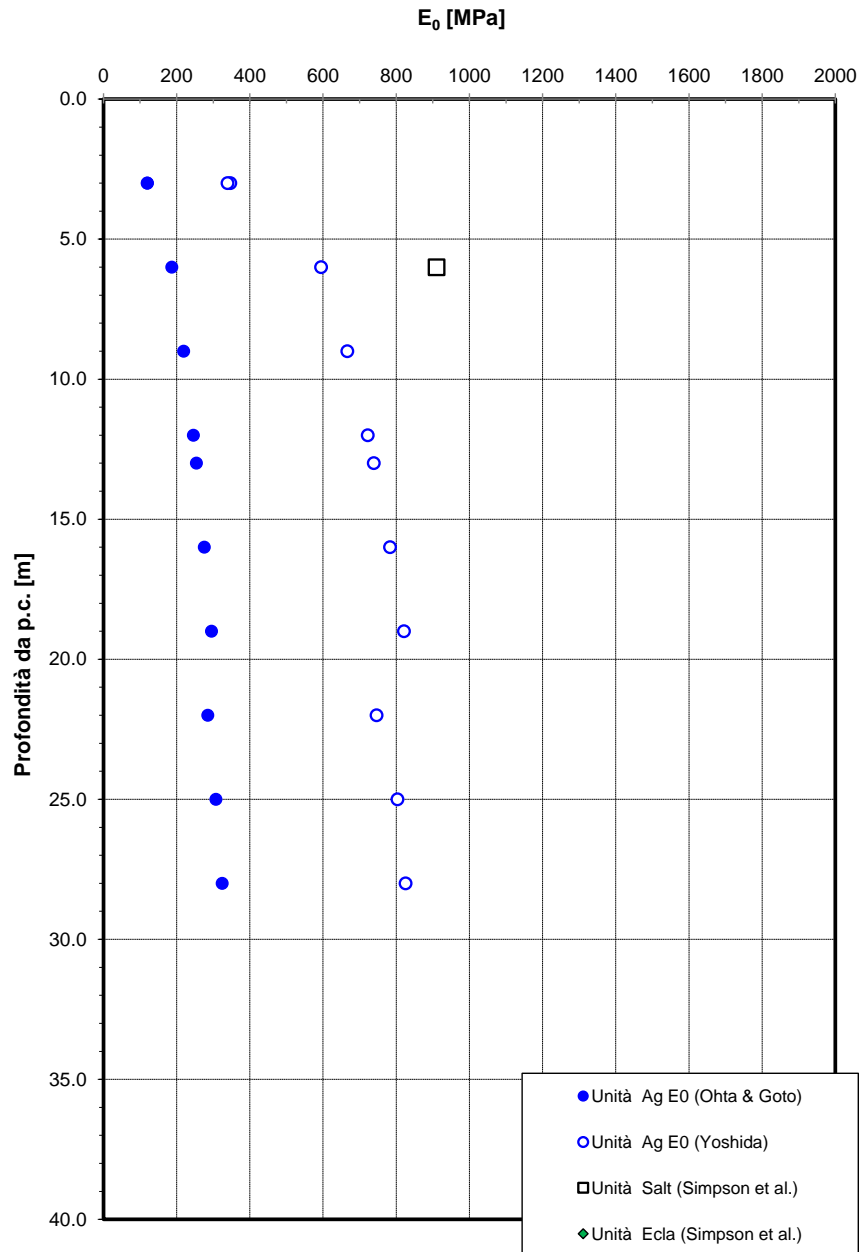


Figura 132. Modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) - sondaggi S36, X3.16, X3.17, BH7

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 278 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT

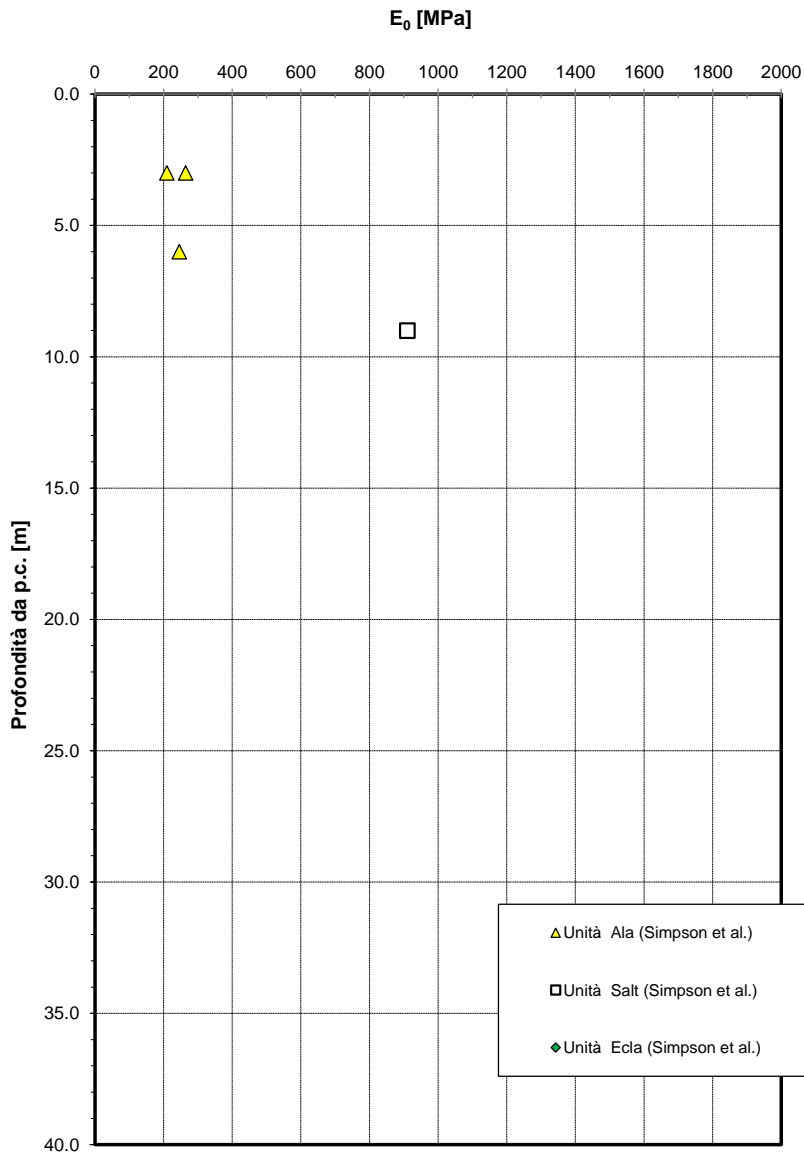


Figura 133. Modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) - sondaggi X3.20, X3.22

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 279 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT**

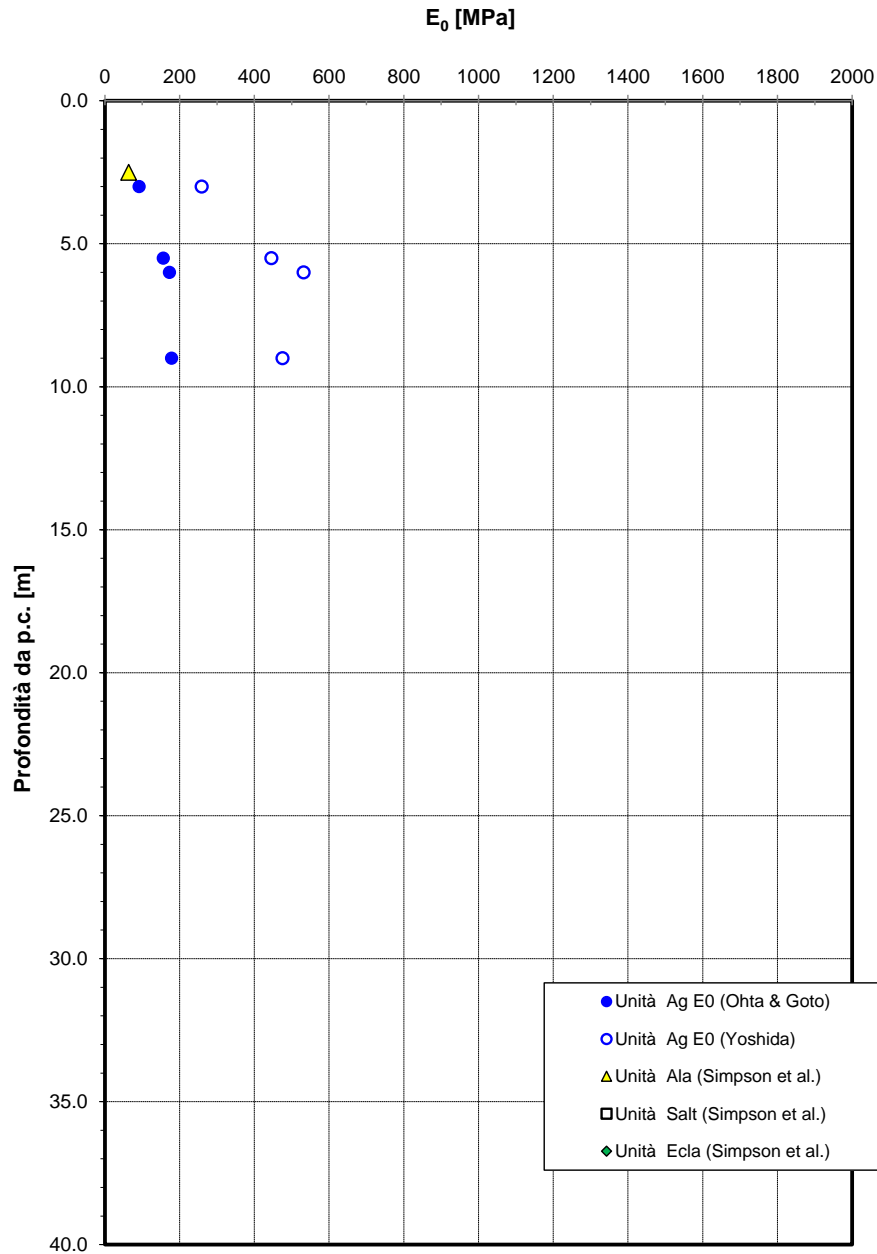


Figura 134. Modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) - sondaggi X4.1, S40

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 280 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

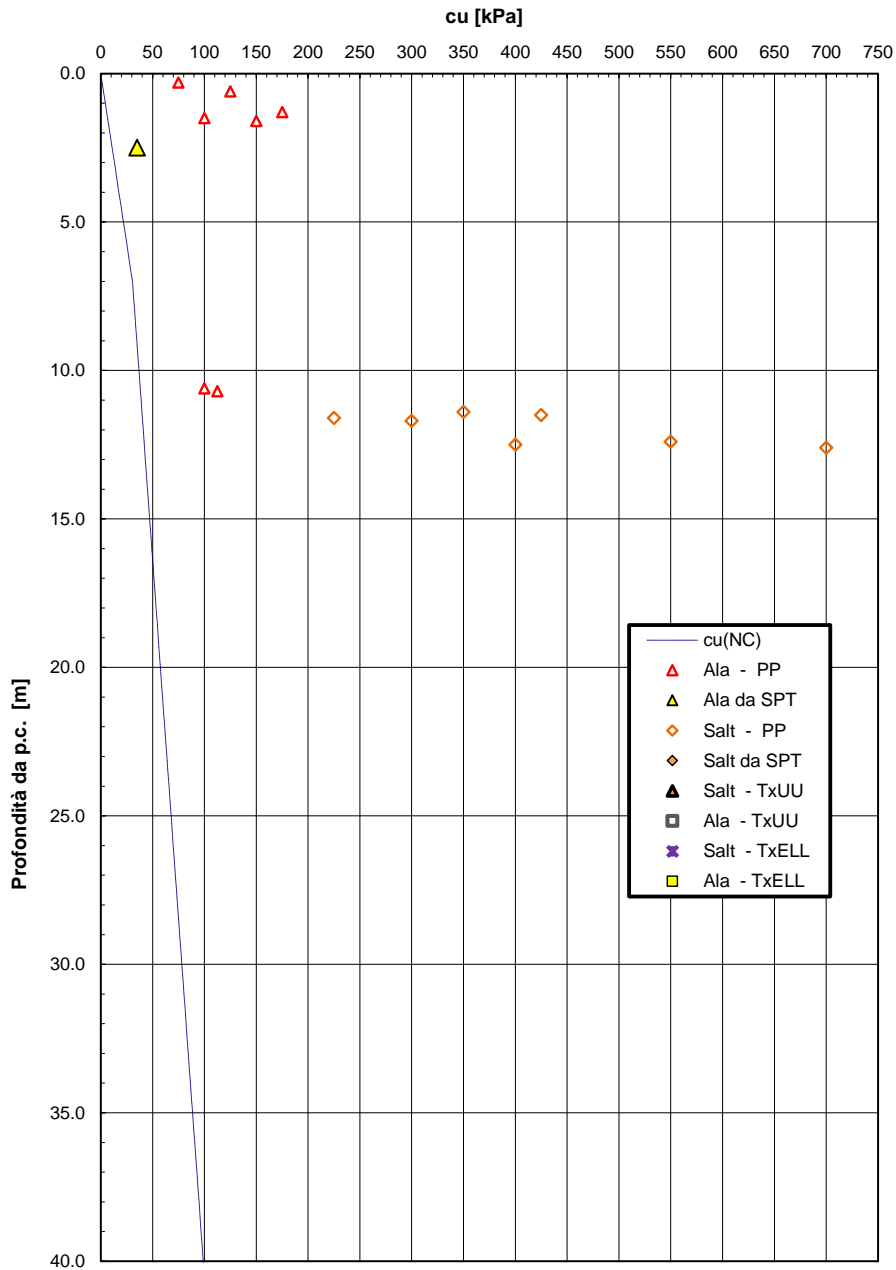


Figura 135. Resistenza al taglio non drenata - sondaggi X4.1, S40

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 281 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 9.3.2 Risultati

Nella seguente tabella si riassumono i risultati dei calcoli eseguiti, in Appendice B sono riportati i tabulati di calcolo completi.

Tabella 85 - Cedimenti dei rilevati

Sezione di calcolo	Altezza rilevato (m)	Larghezza sommitale [m]	Cedimento totale in asse (mm)	Cedimento immediato in asse (mm)	Cedimento consolidazione in asse (mm)
Sezione km 3+160	8.0	13.0	76.3	20.5	55.8
Sezione km 3+940	8.0	25.0	56.9	56.9	-
Sezione km 7+240	7.3	13.0	77.6	20.4	57.2
Sezione km 8+960	5.0	22.0	81.8	21.5	60.3

Il cedimento totale massimo stimato in asse rilevato è di circa 8 cm per le sezioni di altezza massima con terreno coesivo alluvionale o eluvio colluviale. Per queste sezioni il cedimento immediato stimato è circa 2 cm e quindi circa 6 cm di consolidazione. Nelle figure seguenti è riportato il decorso nel tempo dei cedimenti per le sezioni analizzate; da cui si osserva che il cedimento residuo di consolidazione, valutato tra fine costruzione (circa 6 mesi) e vita di riferimento dell'opera (75 anni), è 4.95 cm, inferiore al limite di capitolato (< 5 cm). Tali valori sono dettagliatamente esposti negli allegati di calcolo in Appendice B.

Per la sezione km 3+940 rappresentativa dell'altezza massima terreno incoerente alluvionale ed a seguire substrato pelitico arenaceo molto consistente e poco compressibile, il cedimento massimo totale stimato è 5.7 cm. Considerando la natura dei terreni di fondazione, la gran parte di questi cedimenti si svilupperanno entro i tempi di costruzione del rilevato e saranno sicuramente compatibili con la funzionalità della struttura.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 282 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Quadrilatero lotto 3 - sez km 3+160 - Rilevato H=8 m**  
*Decorso del cedimento nel tempo*

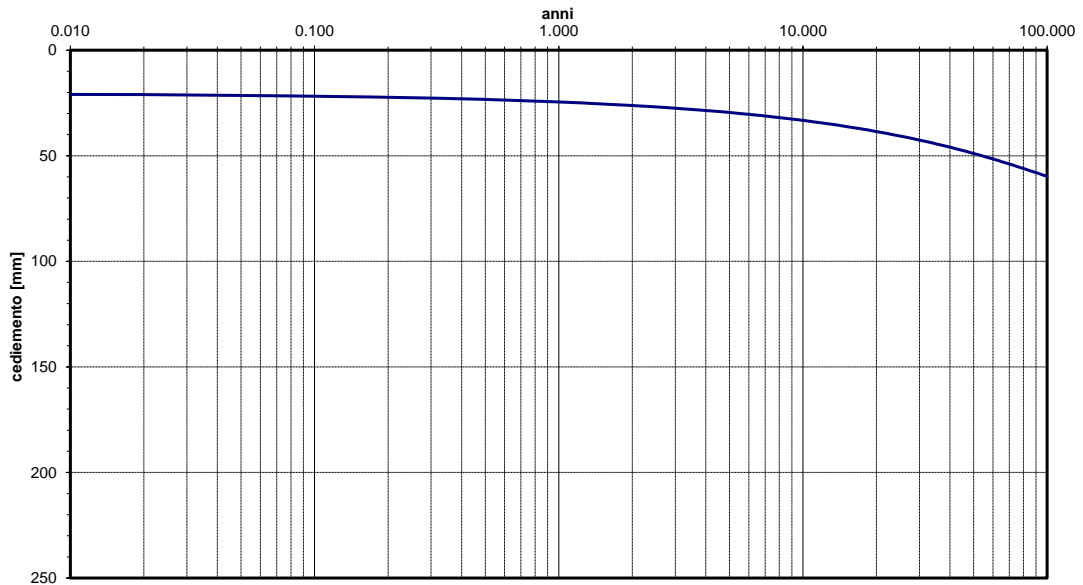


Figura 136. Decorso dei cedimenti nel tempo sezione km 3+160

**Quadrilatero lotto 3 - sez km 7+240 - Rilevato H=7 m**  
*Decorso del cedimento nel tempo*

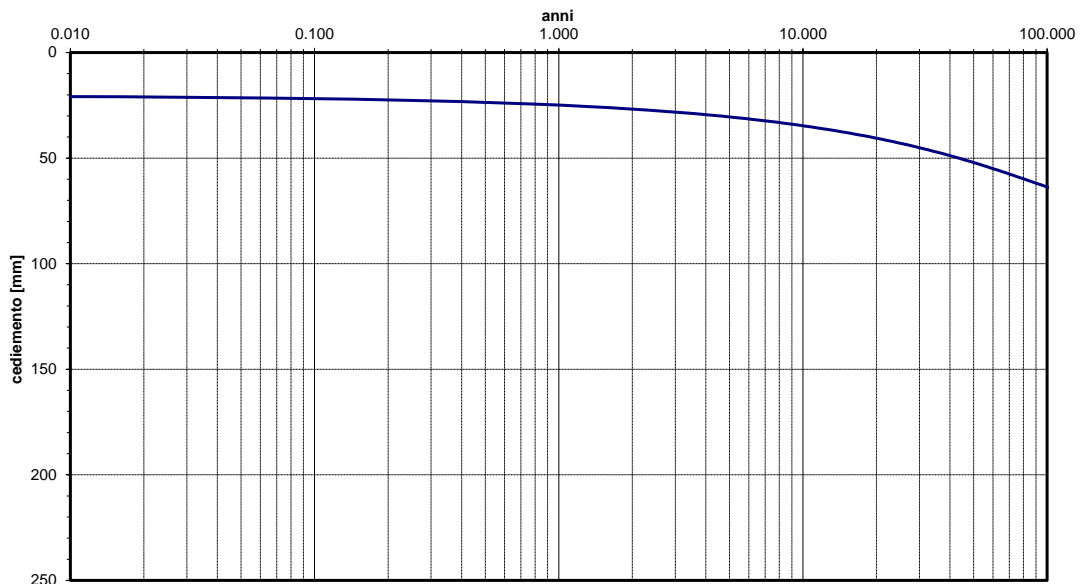


Figura 137. Decorso dei cedimenti nel tempo sezione km 7+240

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 283 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Quadrilatero lotto 3 - sez km 8+960 - Rilevato H=5 m**  
**Decorso del cedimento nel tempo**

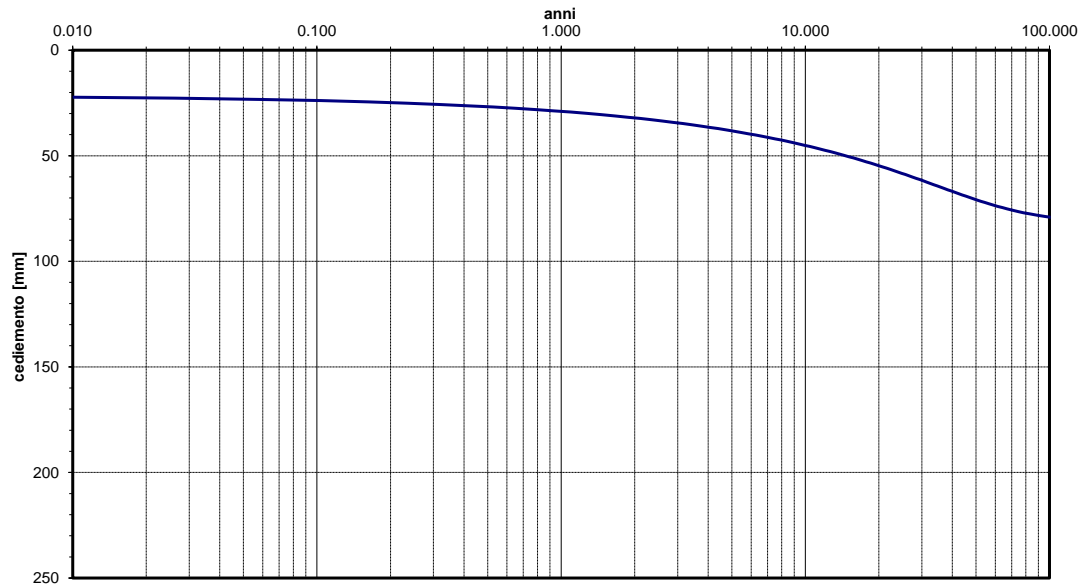


Figura 138. Decorso dei cedimenti nel tempo sezione km 8+960

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 284 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 10. ANALISI DI STABILITA' DELLE SCARPATE

### 10.1 METODOLOGIE DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità per le scarpate definitive sono state svolte sia in condizioni statiche che sismiche in accordo a quanto previsto da normativa vigente.

L'esame delle condizioni di stabilità è stato condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. Per la valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità globale si è impiegato un codice di calcolo denominato PCSTASBL5M, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Sono state cautelativamente considerate ipotesi di deformazione piana. In particolare, in questa sede si fa riferimento al metodo di Bishop che prevede superfici di scorrimento circolari nei terreni.

Nelle analisi sono state ovviamente trascurate le superfici più corticali in quanto poco significative e per le quali non risulta idonea una analisi convenzionale all'equilibrio limite.

Il coefficiente di sicurezza FS a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}}$$

In accordo alla normativa vigente per rilevati in materiali sciolti e fronti di scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2).

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.

$\gamma_{\phi'}$ = 1.25	coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio
$\gamma_{c'}$ = 1.25	coefficiente parziale per la coesione drenata
$\gamma_{cu}$ = 1.40	coefficiente parziale per la resistenza al taglio non drenata

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$\tan(\phi'_k) = \tan(\phi'_k) / \gamma_{\phi'}$	angolo di resistenza al taglio
$c'_k = c'_k / \gamma_{c'}$	coesione drenata
$cu_k = cu_k / \gamma_{cu}$	la resistenza al taglio non drenata

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).

Pertanto il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare  $FS \geq 1.1$ .

In accordo alla normativa vigente l'analisi sismica allo stato limite ultimo (SLU sismico) viene condotta considerando i parametri del terreno abbattuti con i coefficienti parziali precedentemente riportati ed il coefficiente di sicurezza dovrà risultare  $\geq 1.1$ .



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 285 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 10.1.1 Carichi

Le analisi di stabilità dei rilevati stradali sono state svolte con i carichi accidentali pari a 20 kPa in condizioni statiche, amplificato con coefficiente parziale  $\gamma_F = 1.30$  per le azioni (tabella 6.2.1 di normativa) e 4 kPa in condizioni sismiche (è stato utilizzato un coefficiente di combinazione di normativa pari a 0.20).

### 10.1.2 Azioni sismiche per analisi di stabilità

In generale, il metodo pseudo-statico modella l'azione sismica considerando in luogo delle azioni dinamiche azioni statiche equivalenti ovvero forze statiche orizzontali  $f_h$  e verticali  $f_v$  per unità di volume, d'intensità pari al prodotto fra il peso specifico del corpo  $\gamma$  sottoposto all'azione dinamica ed un coefficiente sismico:

$$f_h = \gamma \cdot k_h \quad \text{forza orizzontale per unità di volume}$$

$$f_v = \gamma \cdot k_v \quad \text{forza verticale per unità di volume}$$

dove:

$$\gamma = \text{peso specifico del volume considerato.}$$

In accordo alla normativa vigente per le analisi in esame, la componente orizzontale ( $a_h$ ) dell'accelerazione può essere legata all'accelerazione massima attraverso la seguente relazione:

$$k_h = \beta_s \times a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

dove:

$k_h$  = coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$k_v$  = coefficiente sismico in direzione verticale;

$\beta_s = 0.28$ , coefficiente di riduzione che dipende dall'accelerazione massima e dalla categoria di suolo).

Cautelativamente per le verifiche di stabilità eseguite si è assunta sempre la categoria sismica di sottosuolo tipo C e quindi i parametri sismici di riferimento sono:

per categoria sottosuolo C:

$$k_h = \beta_s \times a_{\max} / g = 0.28 \cdot 0.288 = 0.08$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.04$$

## 10.2 SEZIONI DI CALCOLO

Nel presente capitolo si riportano le analisi di stabilità delle scarpate dei rilevati e delle trincee con riferimento alle sezioni ritenute maggiormente significative e rappresentative delle condizioni peggiori lungo il tracciato sia in relazione alle dimensioni, sia in relazione alla tipologia di terreni in fondazione e presenza falda.

Le analisi di stabilità globale opera-versante sono trattati nelle apposite relazioni delle singole opere.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)****4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 286 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

I rilevati sono previsti con pendenza scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale) e berma di larghezza 1 m con altezze di scavo maggiori di 5 m.

L'analisi di stabilità per le scarpate di rilevati è stata condotta cautelativamente per le seguenti sezioni rappresentative delle condizioni peggiori lungo il tracciato:

- sezione di rilevato con massima altezza  $H=8\text{m}$  con berma, con terreno coesivo eluvio-colluviale in fondazione e falda prossima al p.c.;
- sezione di rilevato con massima altezza  $H=5\text{m}$  senza berma, con terreno coesivo eluvio-colluviale in fondazione e falda prossima al p.c.;
- sezione di rilevato con larghezza massima km 8+960 su terreno alluvionale coesivo.

Le trincee definitive sono previste con pendenza scarpate 3 (verticale) / 5 (orizzontale) e berma di larghezza 1 m per altezze di scavo maggiori di 5 m. Sono previste prevalentemente in terreni di copertura eluvio-colluviali coesivi (Ecla), in terreni alluvionali coesivi recenti (Ala) ed in alluvioni terrazzate antiche (Aate). Le analisi di stabilità sono state svolte considerando la sezione con altezza massima di scavo per ciascuna di queste unità geotecniche (Ecla, Ala, Aate), quindi per le seguenti sezioni:

- Sezione al km 0+420: altezza massima di scavo  $H=5\text{m}$  in terreno alluvionale coesivo (unità Ala);
- sezione al km 2+100: altezza massima di scavo  $H=8.0\text{m}$  con berma in alluvioni terrazzate antiche (unità Aate);
- sezione al km 2+500: altezza massima di scavo  $H=5\text{m}$  in terreno eluvio colluviale coesivo (unità Ecla).

Nelle verifiche di stabilità delle trincee cautelativamente il livello di falda è stato posto a fondo scavo, anche se rilevato a profondità maggiori.

Gli scavi provvisori per l'esecuzione delle opere di fondazione avranno altezze inferiori ai 5 m; pertanto le verifiche di stabilità per gli scavi provvisori sono incluse nelle verifiche di stabilità stocche delle sezioni analizzate per le trincee definitive. Eventuali sezioni di scavo particolari con eventuali interferenze al contorno, saranno oggetto di apposite analisi nelle relazioni di calcolo della singola opera.

Sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici di progetto (tali valori sono stati opportunamente fattorizzati secondo i coefficienti parziali di normativa).

**Unità R – riporto antropico del rilevato**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

**Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi**

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata

**Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi**

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
------------------------------	-------------------------

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)****4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 287 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

 $\varphi' = 25^\circ$  angolo di resistenza al taglio $c' = 5 \text{ kPa}$  coesione drenata**Unità Ag - Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi** $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale $\varphi' = 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata**Unità Aate - Depositi alluvionali terrazzati antichi** $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale $\varphi' = 27^\circ$  angolo di resistenza al taglio $c' = 8 \text{ kPa}$  coesione drenata**Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso** $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale $\varphi' = 27^\circ$  angolo di resistenza al taglio $c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata**Unità Sch – Formazione dello Schlier** $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale $\varphi' = 29^\circ$  angolo di resistenza al taglio $c' = 55 \text{ kPa}$  coesione drenata

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 288 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 10.3 RISULTATI

Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate sia in condizioni statiche che sismiche SLU (con  $\pm kv$ ). I tabulati di calcolo completi sono in Appendice C.

I fattori di sicurezza minimi ottenuti dalle verifiche sono sempre maggiori di quanto previsto da normativa ( $FS > 1.10$ ); quindi le verifiche di stabilità sono sempre soddisfatte.

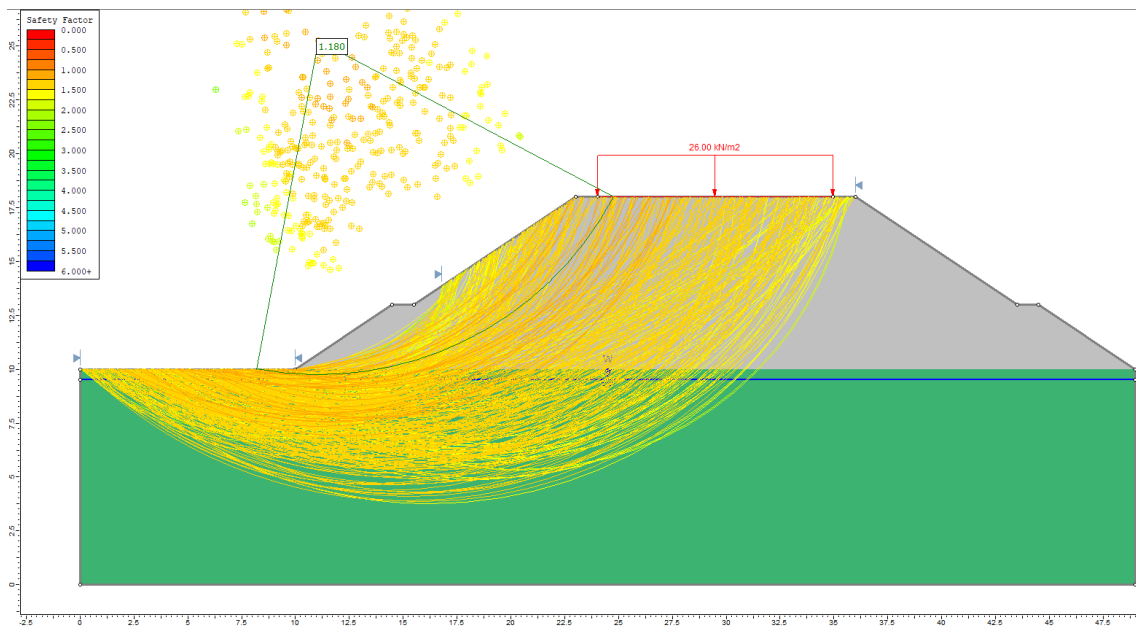


Figura 139. Rilevato Hmax=8m - Analisi statica SLU

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 289 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

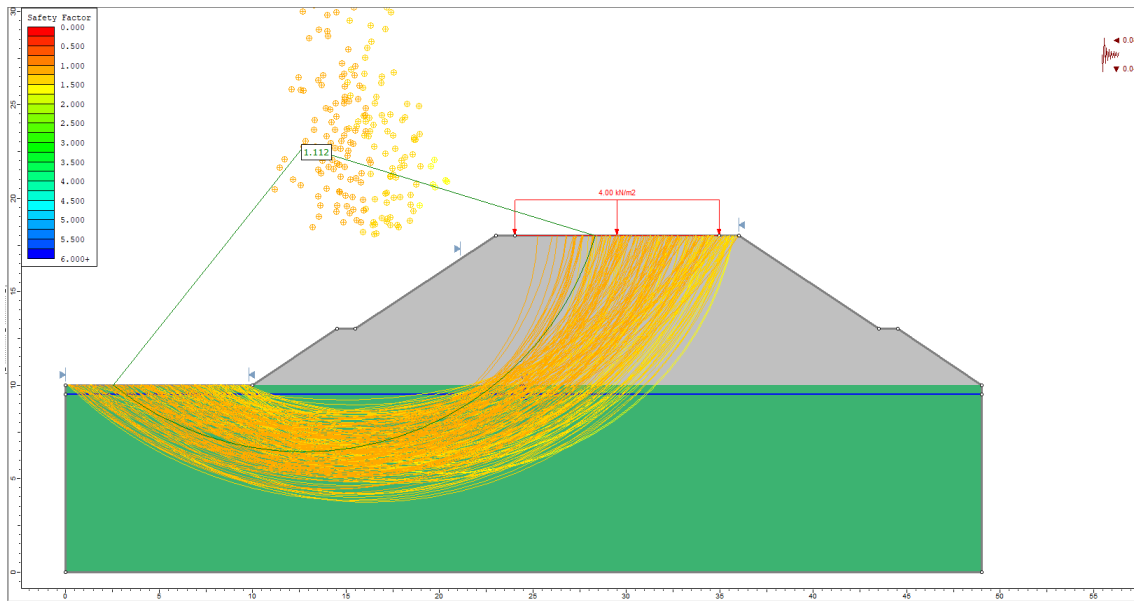


Figura 140. Rilevato Hmax=8m - Analisi sismica SLU (kv+)

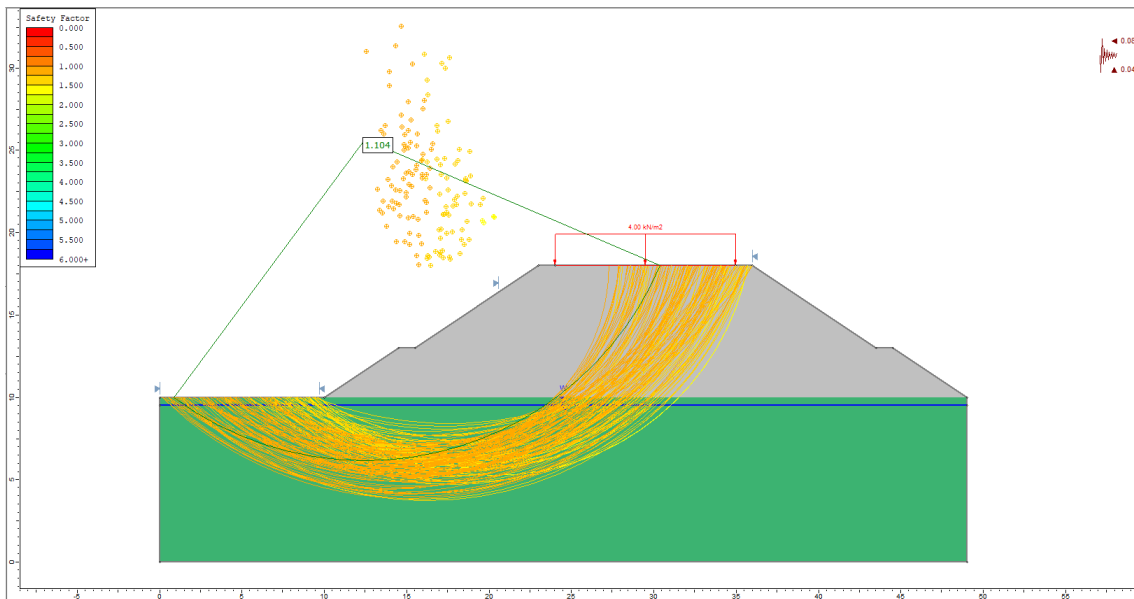


Figura 141. Rilevato Hmax=8m - Analisi statica SLU (kv-)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 290 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

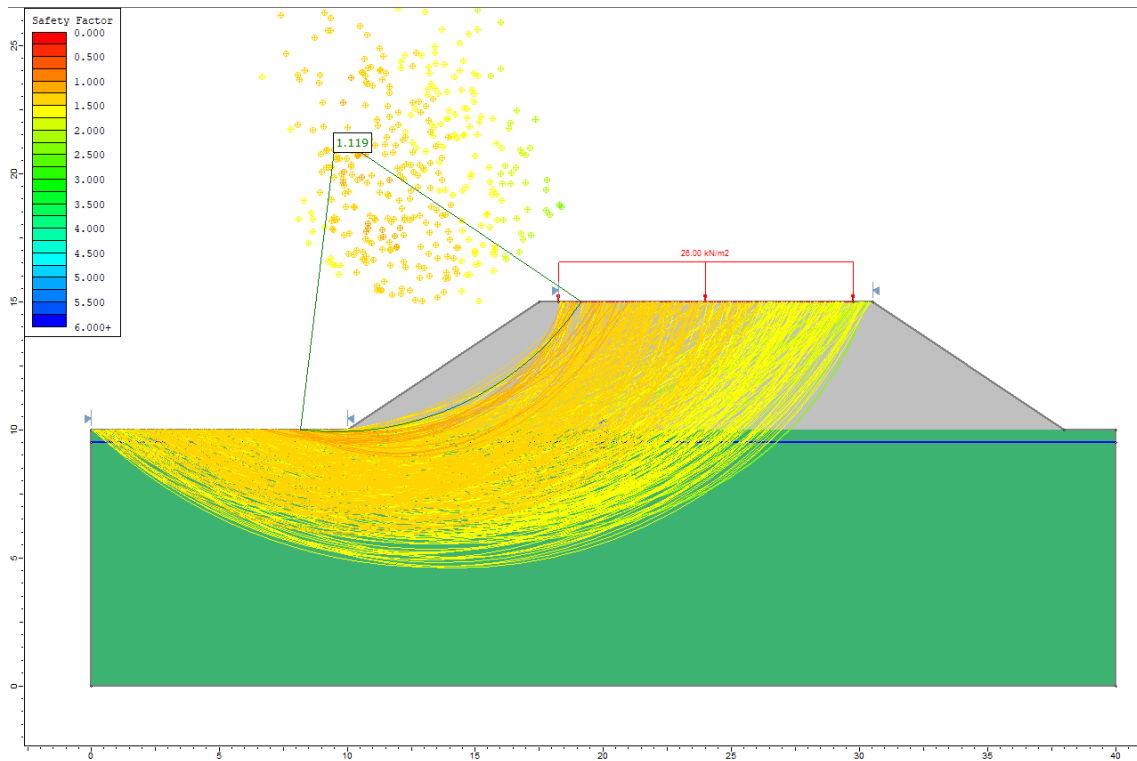


Figura 142. Rilevato Hmax=5m senza berma- Analisi statica SLU

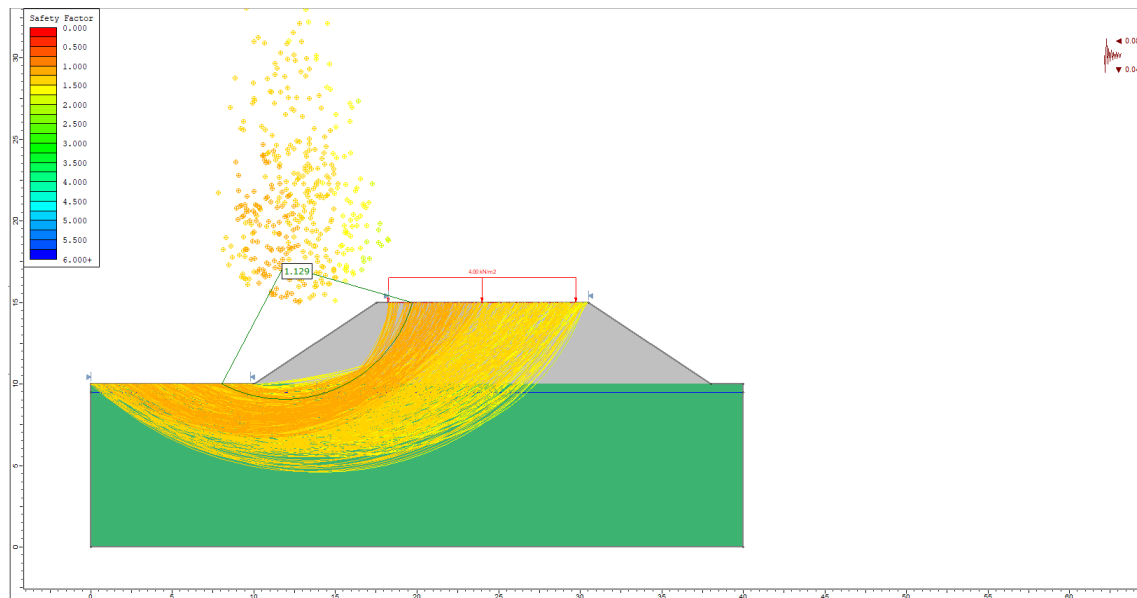


Figura 143. Rilevato Hmax=5m senza berma - Analisi statica SLU (kv+)

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 291 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

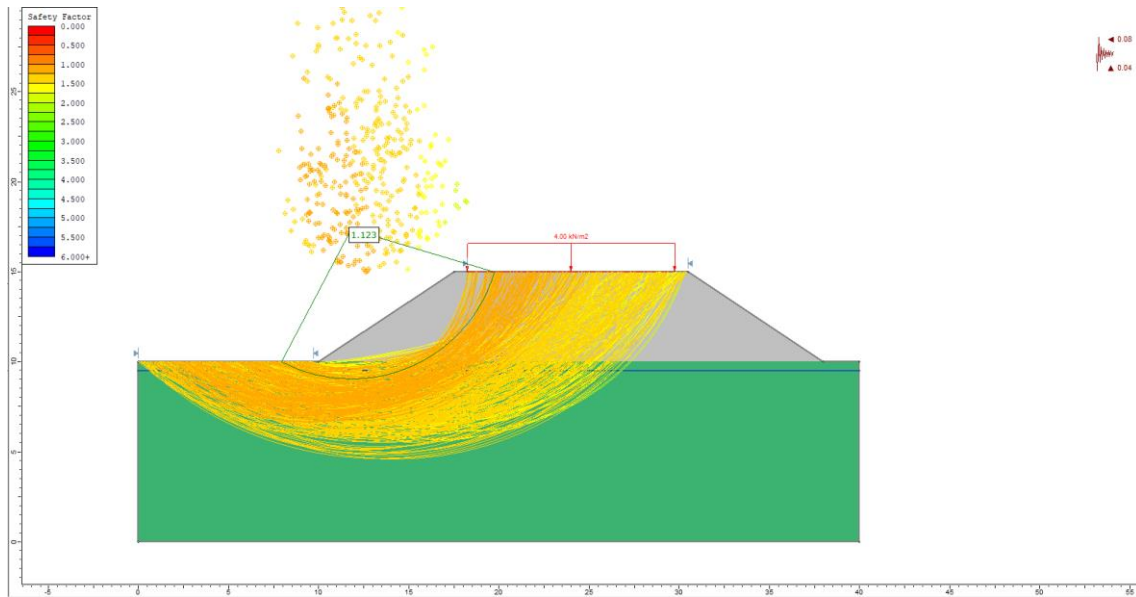


Figura 144. Rilevato Hmax=5m senza berma - Analisi statica SLU (kv-)

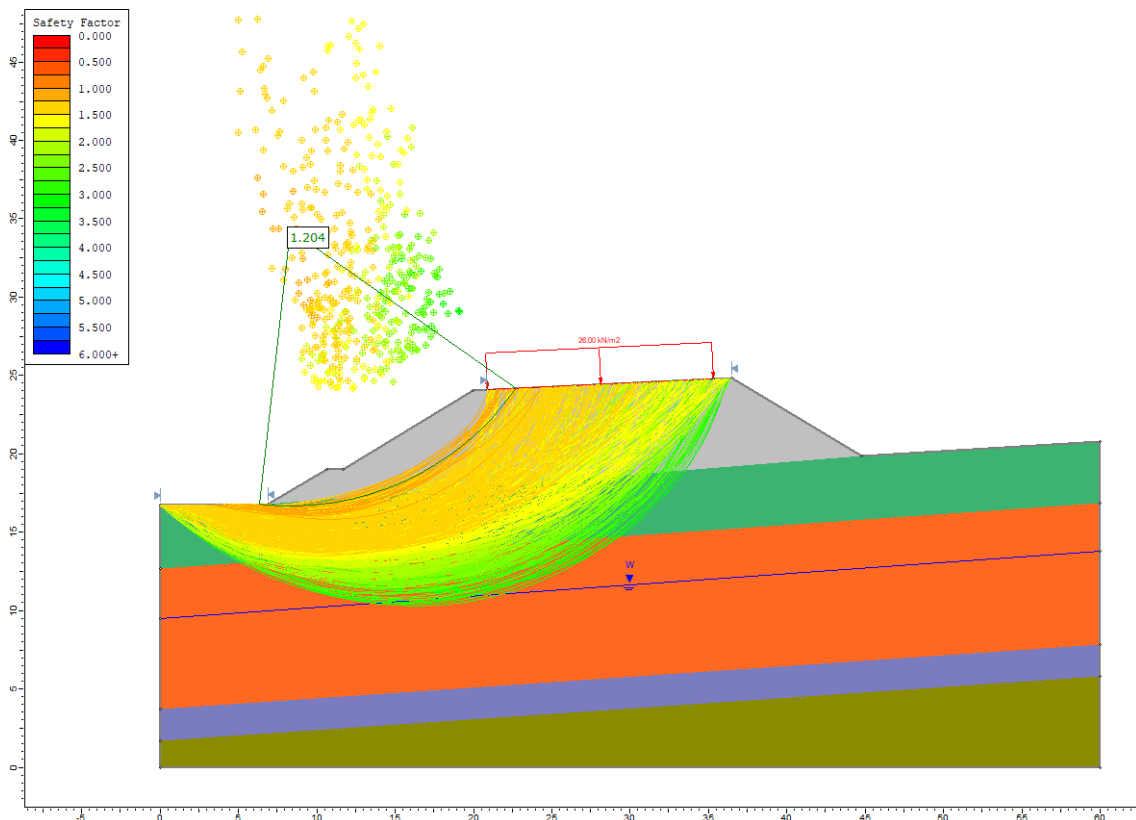


Figura 145. Rilevato km 8+960 - Analisi statica SLU

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 292 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

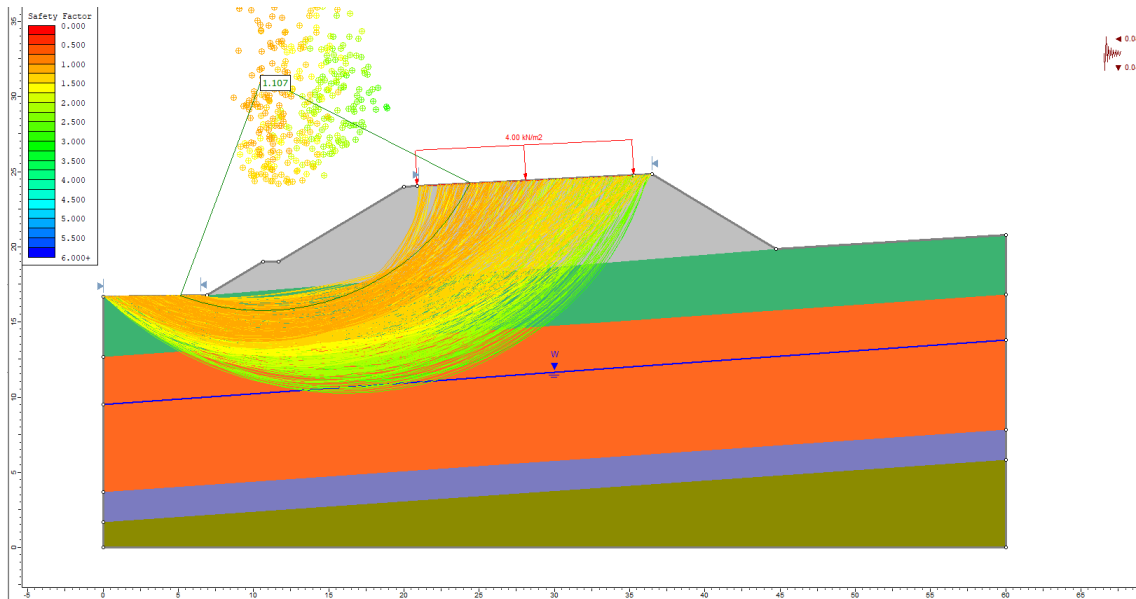


Figura 146. Rilevato km 8+960 - Analisi sismica SLU (kv+)

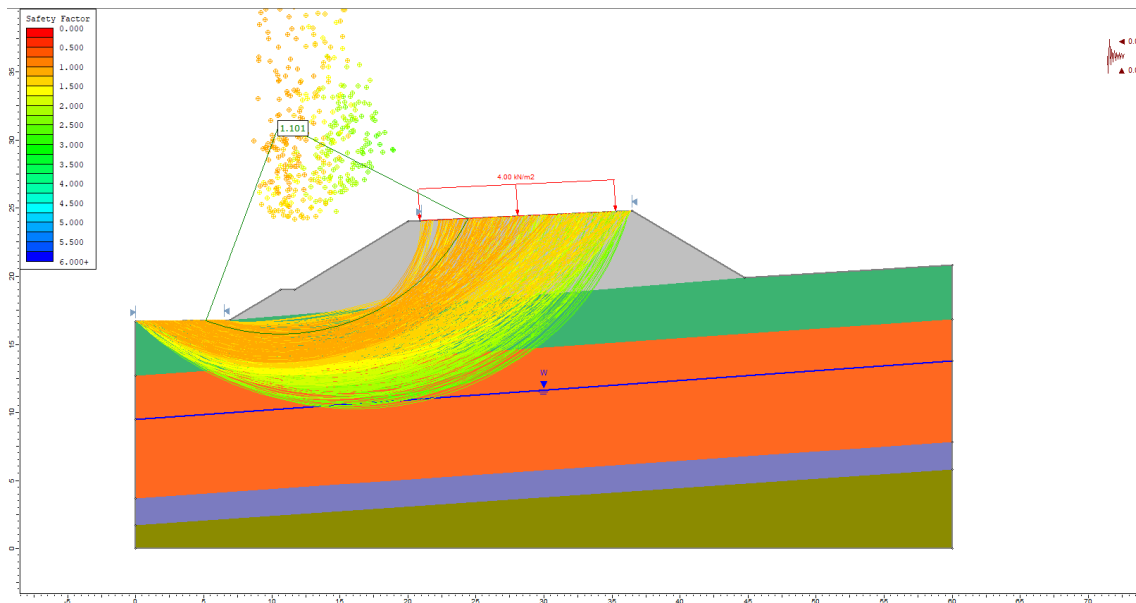


Figura 147. Rilevato km 8+960 - Analisi statica SLU (kv-)



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 293 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

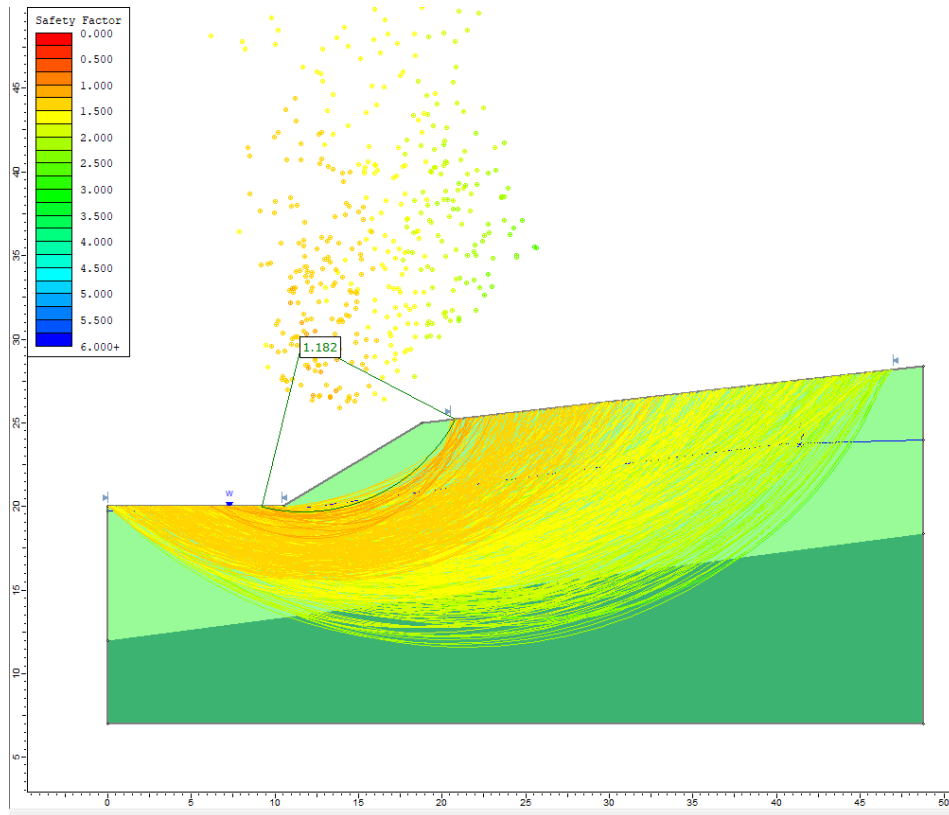


Figura 148. Trincea definitiva (km 0+420) H=5m in unità A1a - Analisi statica SLU

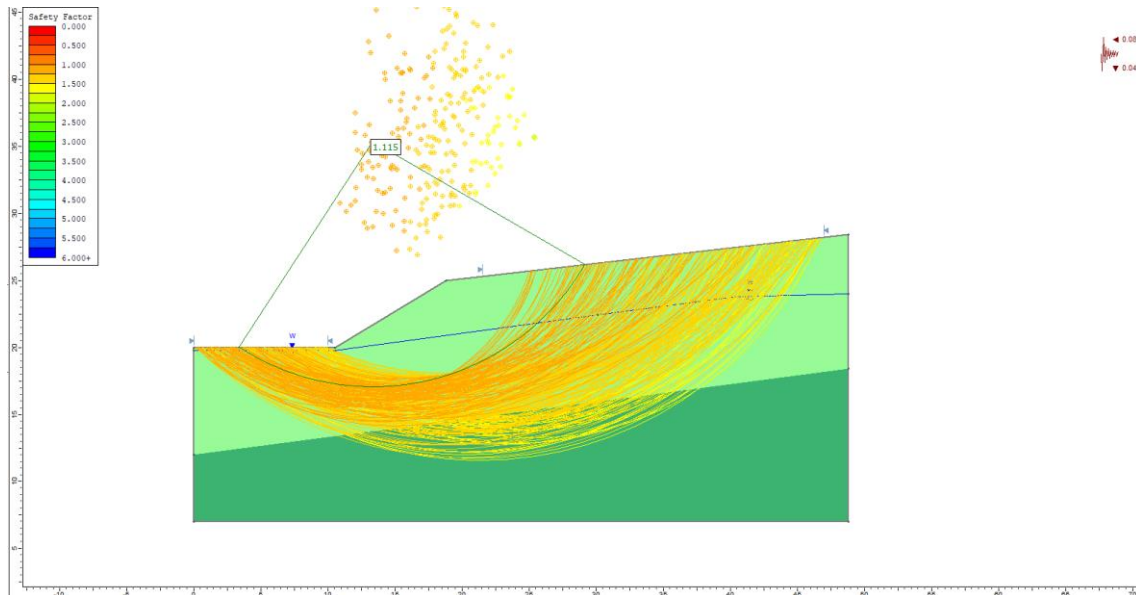


Figura 149. Trincea definitiva (km 0+420) H=5m in unità A1a - Analisi sismica SLU (kv+)

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 294 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

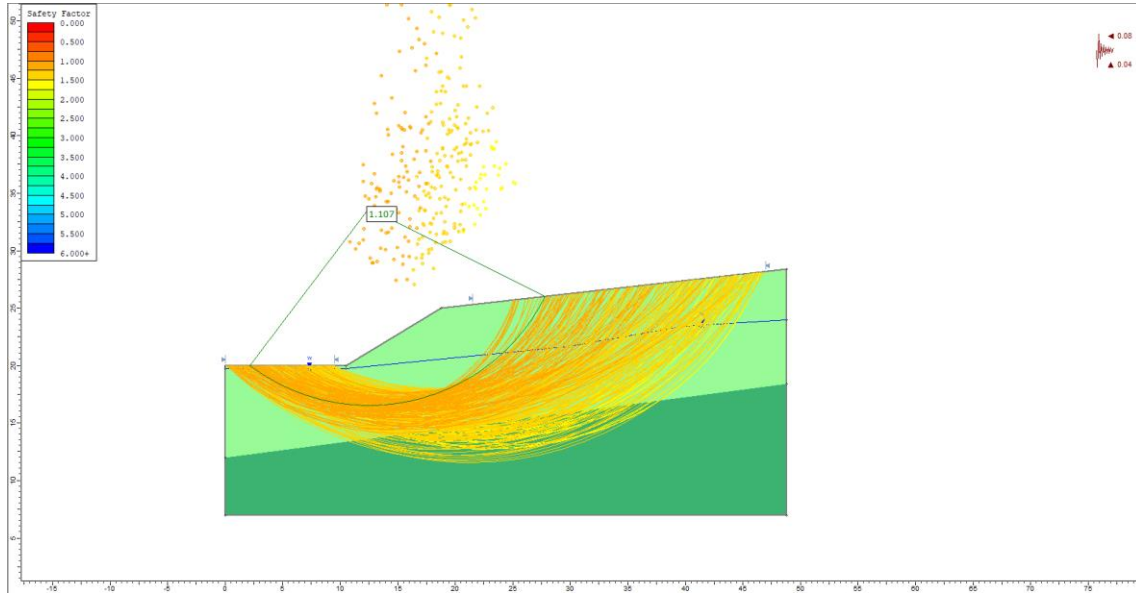


Figura 150. Trincea definitiva (km 0+420) H=5m in unità Ala - Analisi sismica SLU (kv+)

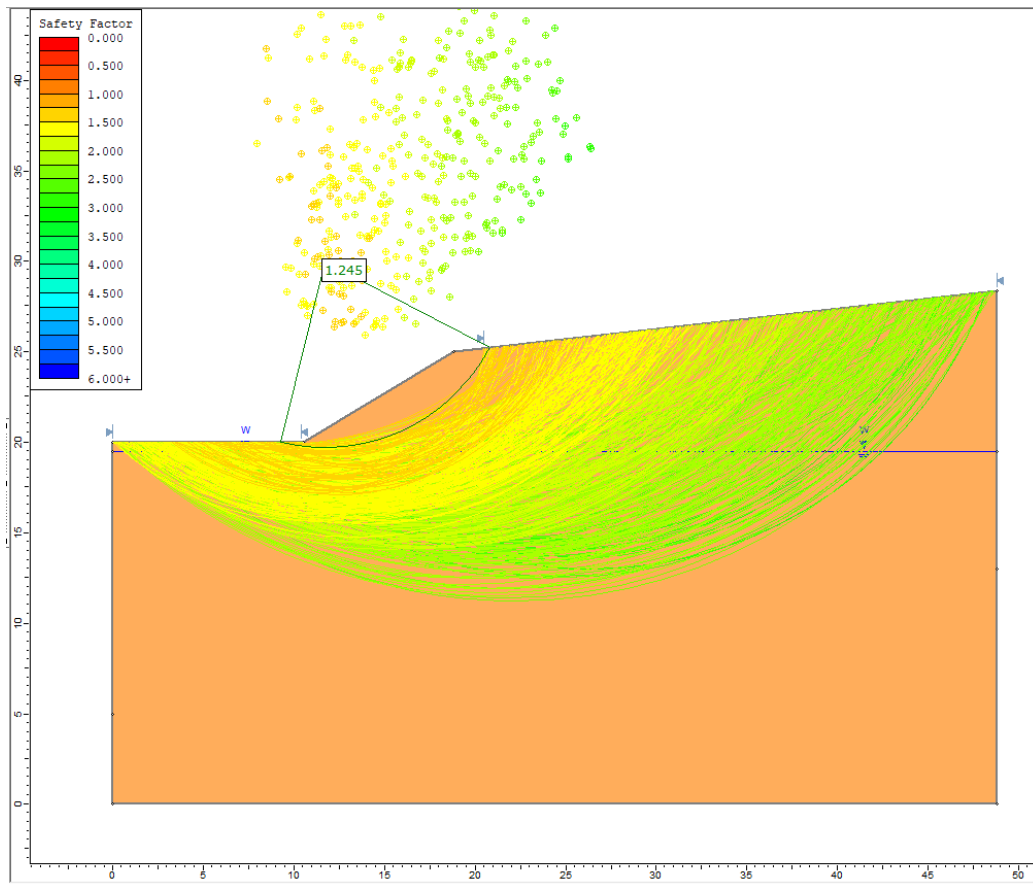


Figura 151. Trincea definitiva (km 2+500) H=5m in unità Ecla - Analisi statica SLU

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 295 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

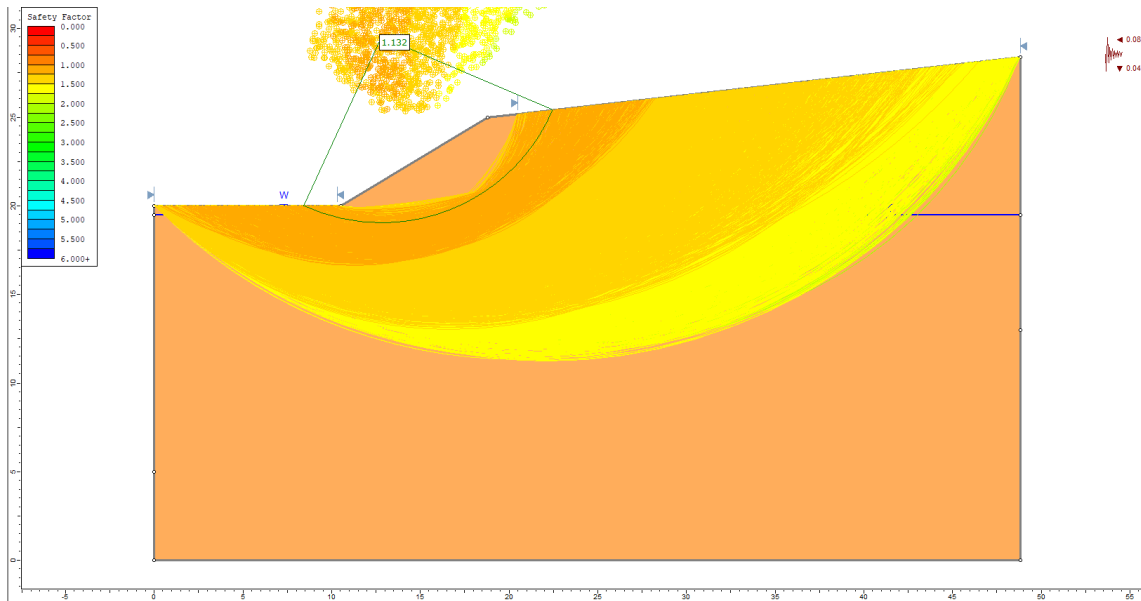


Figura 152. Trincea definitiva (km 2+500) H=5m in unità Ecla - Analisi sismica SLU (kv+)

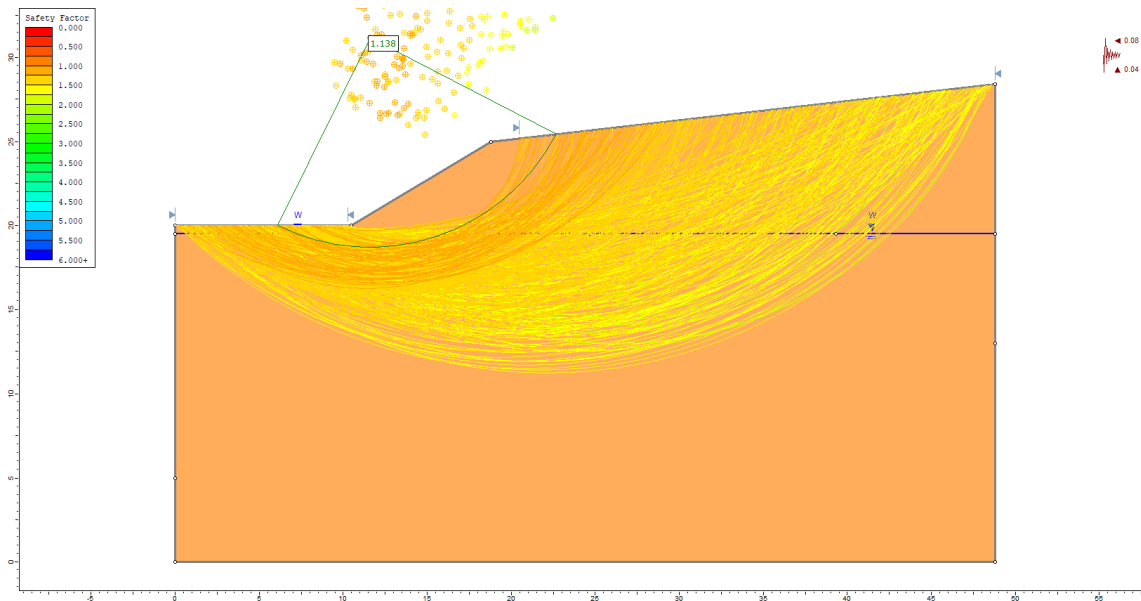


Figura 153. Trincea definitiva (km 2+500) H=5m in unità Ecla - Analisi sismica SLU (kv-)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 296 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

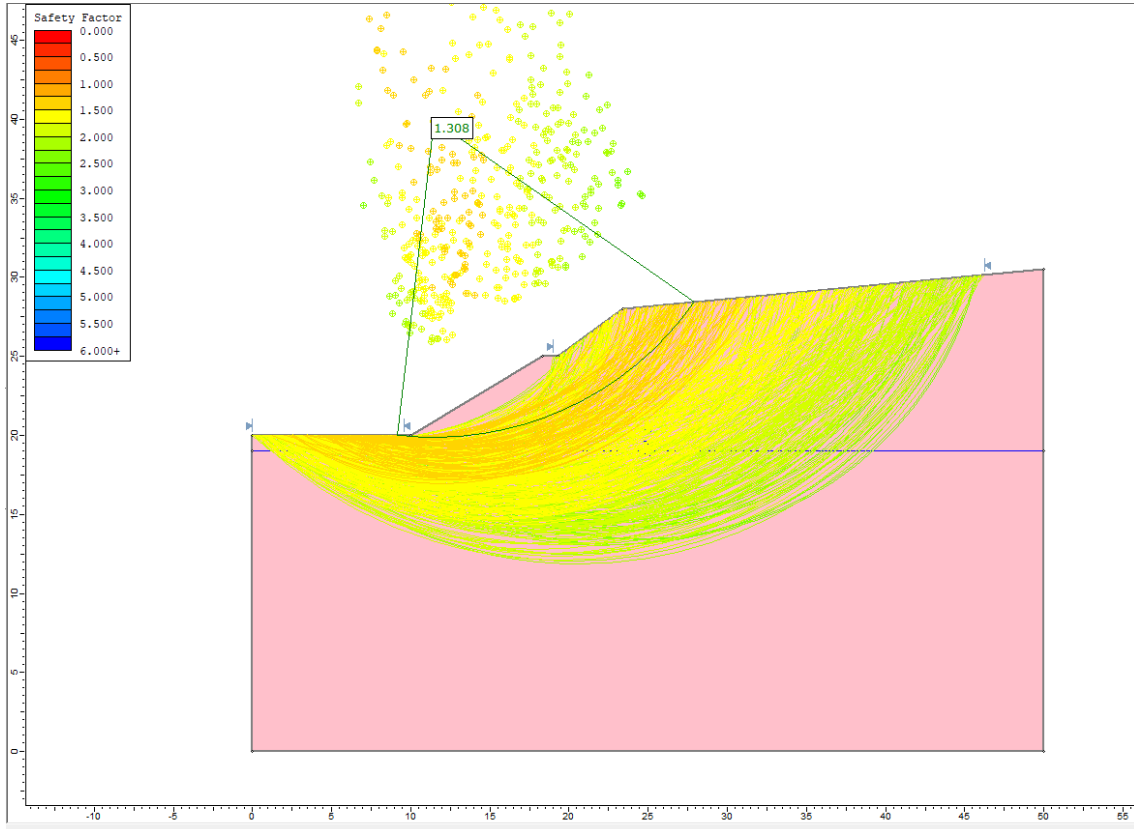


Figura 154. Trincea definitiva (km 2+100) H=8m in unità Aate - Analisi statica SLU

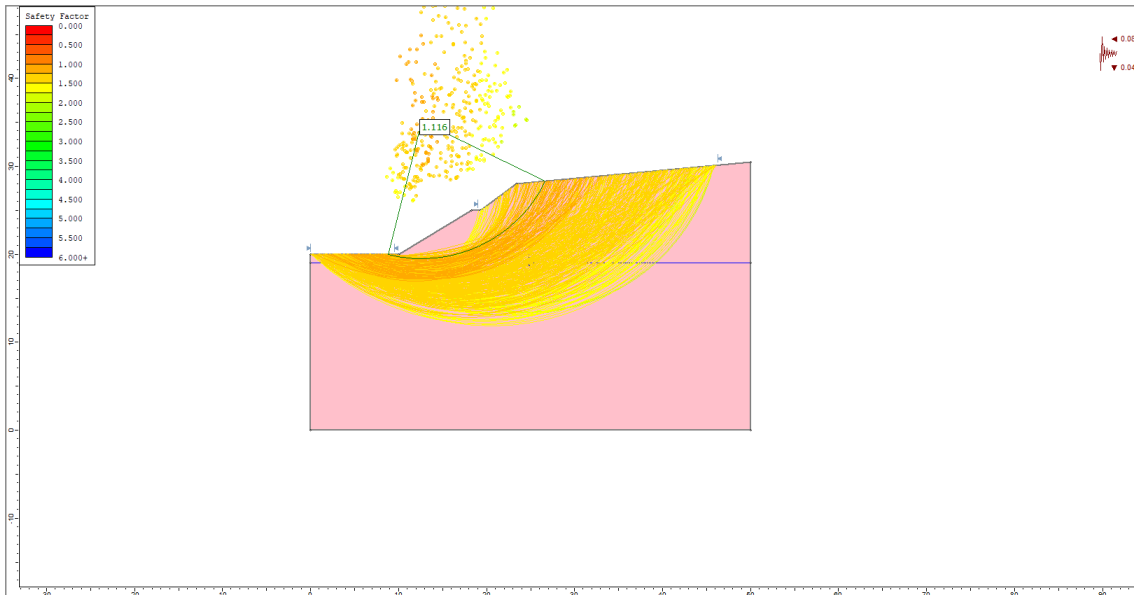


Figura 155. Trincea definitiva (km 2+100) H=8m in unità Aate - Analisi sismica SLU (kv+)

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 297 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

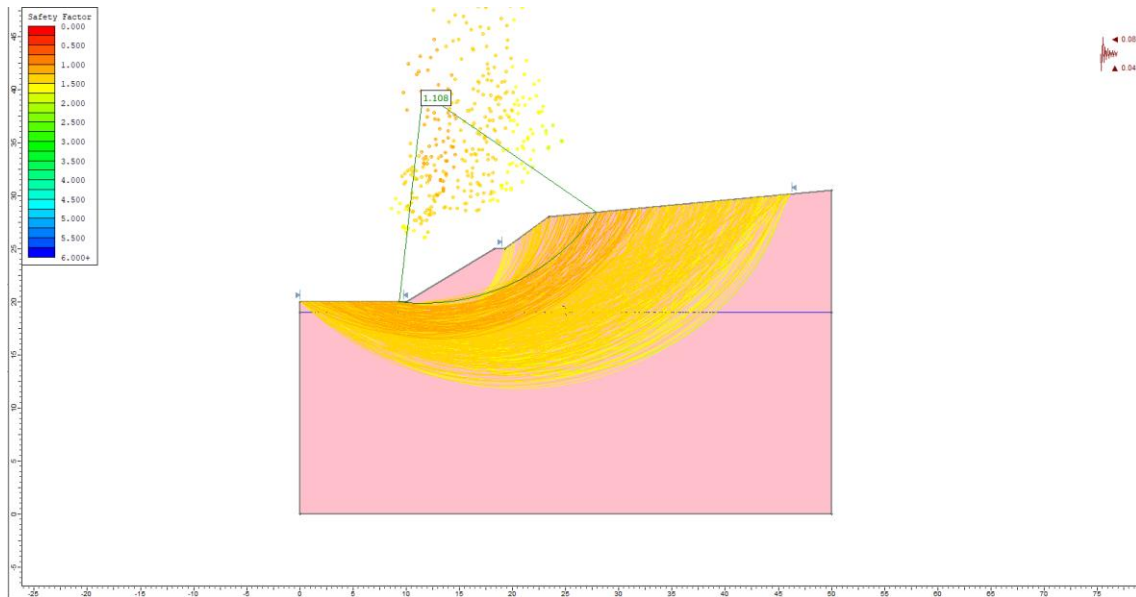


Figura 156. Trincea definitiva (km 2+100) H=8m in unità Aate - Analisi sismica SLU (kv-)

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 298 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 11. RIUTILIZZO DEI TERRENI DA SCAVO

Secondo la recente normativa in materia ambientale, le terre e le rocce provenienti da attività di scavo (TRS) non sono classificate come rifiuti e pertanto, a seguito di determinate verifiche condotte in seno al piano di gestione e riutilizzo delle TRS, possono essere reimpiegate quali materiali da costruzione per rilevati, trincee, riempimenti.

I requisiti fisico-meccanici dei terreni richiesti per la costruzione delle varie tipologie di opere in terra sono forniti dalla classificazione HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006), in conformità della quale sono stati identificati alcuni campioni di terreno prelevati dalle cassette dei sondaggi/pozzetti esplorativi. In questo modo si può valutare la possibilità del reimpiego, da un punto di vista geotecnico, dei terreni appartenenti alle singole unità geotecniche quale materiale da costruzione e la destinazione più appropriata.

In **Tabella 86** e nelle figure a seguire è mostrata la classificazione delle terre per le varie unità geotecniche/geologiche intercettate lungo il tracciato.

Nell'area interessata dall'intervento, il primo strato superficiale, al di sotto della coltre vegetale (di spessore 0.2÷0.3 m), è costituito generalmente da terreni di coltre eluvio-colluviali e da depositi alluvionali, prevalentemente coesivi.

Il substrato dell'area, che interesserà in maniera sistematica lo scavo delle gallerie e principali trincee è prevalentemente pelitico e pelitico-arenaceo (formazione di Camerino e Schlier in subordine).

Dalle prove di laboratorio (analisi granulometriche e limiti di Atterberg) eseguite sui campioni prelevati nei pozzetti esplorativi e sui campioni dei sondaggi, i terreni sono prevalentemente classificabili (CNR UNI 10006) come A7-6 (circa il 60%) e A6 (circa il 20%), solo 2% come A1-b, 9% come A2-4, 5% come A4 (vedasi **Tabella 86**). Le percentuali sono riferite al numero di campioni prelevati, che nella grande maggioranza di casi si riferisce a campioni indisturbati, in particolar modo per le formazioni del substrato, prelevati nella facies pelitica e quindi in relazione alla tipologia di campione, si ha un alto contenuto di fine. Pertanto le percentuali ottenute non devono essere intesi come rappresentativi del materiale nel suo insieme, ma principalmente per la parte argillosa.

Il maggior apporto di materiale verrà dagli scavi delle gallerie. Dai campioni prelevati nei sondaggi delle gallerie, le prove di classificazione indicano che si tratta prevalentemente di terreno classificabile come A6, A7-6 (facies prevalentemente pelitica) ed in sub-ordine di terreno tipo A4 (facies arenacea). Nel caso di terreno tipo A6, A7-6, il riutilizzo potrà avvenire mediante un idoneo trattamento a calce. Nel caso di terreno tipo A4 che costituisce sostanzialmente la facies arenacea delle formazioni del substrato (calcareniti e calcari) verrà selezionata e frantumata per il recupero tal quale del materiale.

Altra parte di scavi, di quantità minore, riguarderà sia l'unità eluvio colluviale prettamente coesiva argilloso limosa (unità Ecla, vedasi **Figura 161**), sia le alluvioni terrazzate antiche (Aate), ed in sub-ordine le alluvioni coesive (Ala, vedasi **Figura 158**): anche in questo caso si tratterà prevalentemente di terreno classificabile come A6, A7-6, il cui riutilizzo potrà avvenire mediante un idoneo trattamento a calce. Per le alluvioni terrazzate antiche (Aate) un 20%-40% è classificabile come A2-4 e quindi riutilizzabile tal quale (vedasi **Figura 160**).

Il terreno classificabile A1-a, A1-b, A2-4 è rappresentato dall'unità alluvionale grossolana (Ag) e quindi è riutilizzabile tal quale (vedasi **Figura 157**). Nelle zone dove è presente tale unità, non si prevedono grossi scavi (quindi scarso apporto di materiale), se non quelli per la realizzazione delle fondazioni delle spalle/pile dei ponti/viadotti di scavalco dei suddetti fiumi.

L'idoneità al trattamento a calce dei materiali provenienti dagli scavi è stata verificata con apposite indagini di laboratorio i cui risultati sono riportati e commentati nel capitolo 13.



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 299 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 300 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tabella 86 – Classificazione terre

	NUMERO CAMPIONI - CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006												
	A1		A2				A3	A4	A5	A6	A7		A8
	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7					A7-5	A7-6	
<b>Ag</b>	1	2	4				1						
<b>Ala</b>									3		5		
<b>a</b>											3		
<b>Aate</b>			3								11		
<b>Ecla</b>							2		10	1	10		
<b>Ecls</b>						1							
<b>Ap</b>							1						
<b>Salt</b>									1		7		
<b>Sch</b>											2		
<b>Pa</b>									2		7		
<b>Ag</b>	<i>Unità geotecnica Ag (unità geologica Aat1, Ate1) Depositi alluvionali attuali e recenti ghiaioso sabbiosi</i>												
<b>Ala</b>	<i>Unità geotecnica Ala (Unità geologica Aat2, Are2) Depositi alluvionali attuali e recenti limoso argillosi</i>												
<b>a</b>	<i>Unità geotecnica a (Unità geologica a) Coltri in frana</i>												
<b>Aate</b>	<i>Unità geotecnica Aate (Unità geologica Aate2) Depositi alluvionali terrazzati antichi limoso sabbiosi argillosi</i>												
<b>Ecla</b>	<i>Unità geotecnica Ecla (Unità geologica ec) Deposito eluvio colluviale limoso argilloso</i>												
<b>Ecls</b>	<i>Unità geotecnica Ecls (Unità geologica ec) Deposito eluvio colluviale sabbioso</i>												
<b>Ap</b>	<i>Unità geotecnica Ap (Unità geologica Ap) Formazione di Camerino arenaceo - pelitica</i>												
<b>Salt</b>	<i>Unità Salt (Unità geotecnica Ap, Pa, Pe) Alterazione suuperficiale della formazione di base (Camerino e Schlier)</i>												
<b>Sch</b>	<i>Unità geotecnica Sch (Unità geologica Sch) Formazione di Schlier</i>												
<b>Pa</b>	<i>Unità geotecnica Pa (Unità geologica Pa) Formazione di Camerino pelitico-arenacea</i>												

**Unità geotecnica Ag (unità geologica Aat1, Ate1)**  
**Depositi alluvionali attuali e recenti ghiaioso sabbiosi**

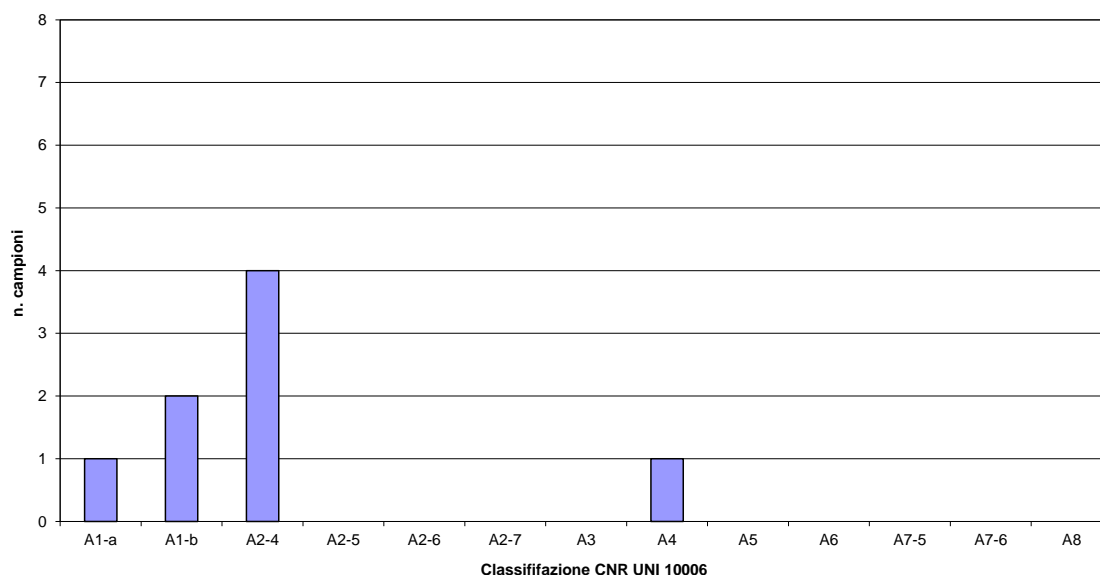


Figura 157 – classificazione terre Unità Ag



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 301 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Unità geotecnica Ala (Unità geologica Aat2, Are2)**  
Depositi alluvionali attuali e recenti limoso argillosi

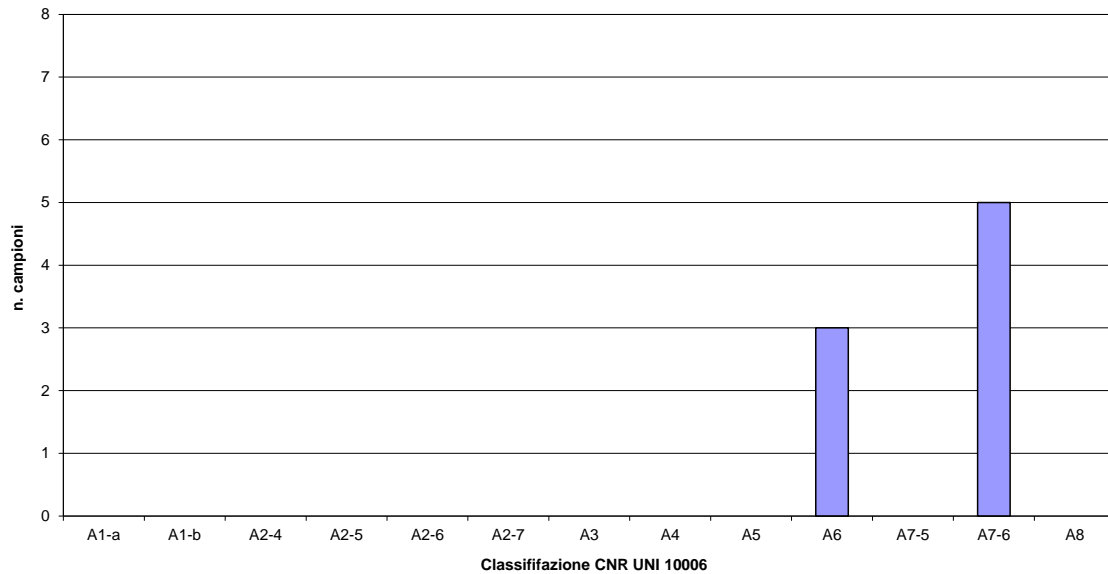


Figura 158 – classificazione terre Unità Ala

**Unità geotecnica a (Unità geologica a)**  
Coltri in frana

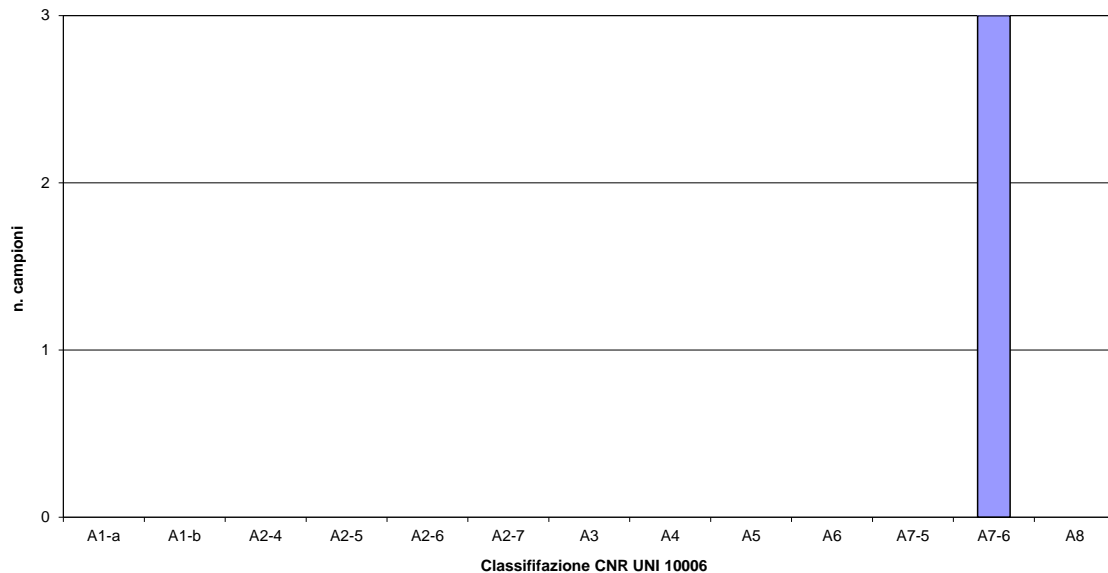


Figura 159 – classificazione terre Unità a

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 302 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Unità geotecnica Aate (Unità geologica Aate2)**  
**Depositi alluvionali terrazzati antichi limoso sabbiosi argillosi**

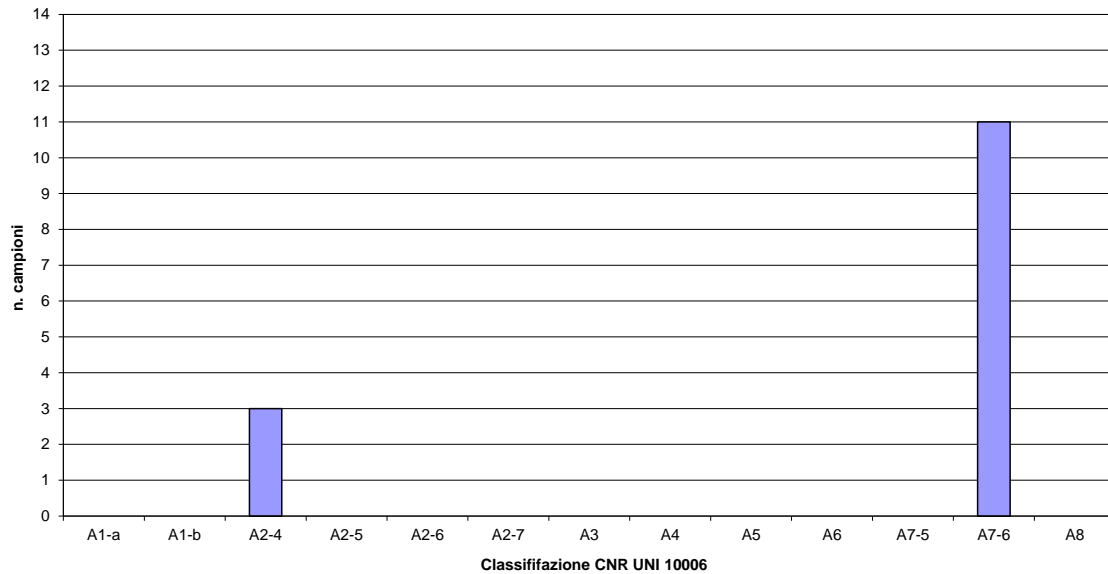


Figura 160 – classificazione terre Unità Aate

**Unità geotecnica Ecla (Unità geologica ec)**  
**Deposito eluvio colluviale limoso argilloso**

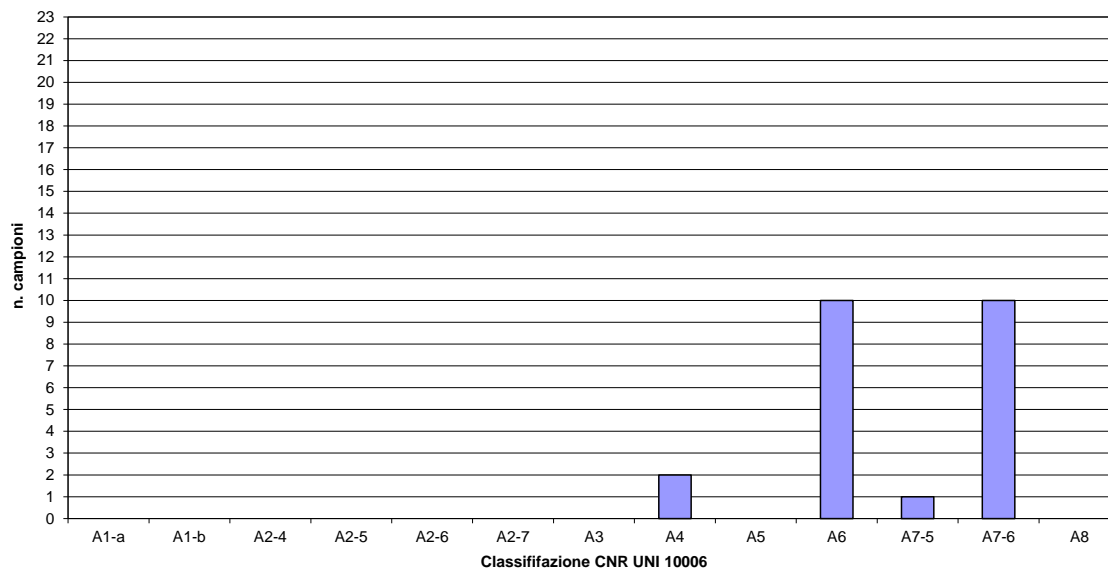


Figura 161 – classificazione terre Unità Ecla

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 303 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Unità geotecnica Ecls (Unità geologica ec)**  
Deposito eluvio colluviale sabbioso

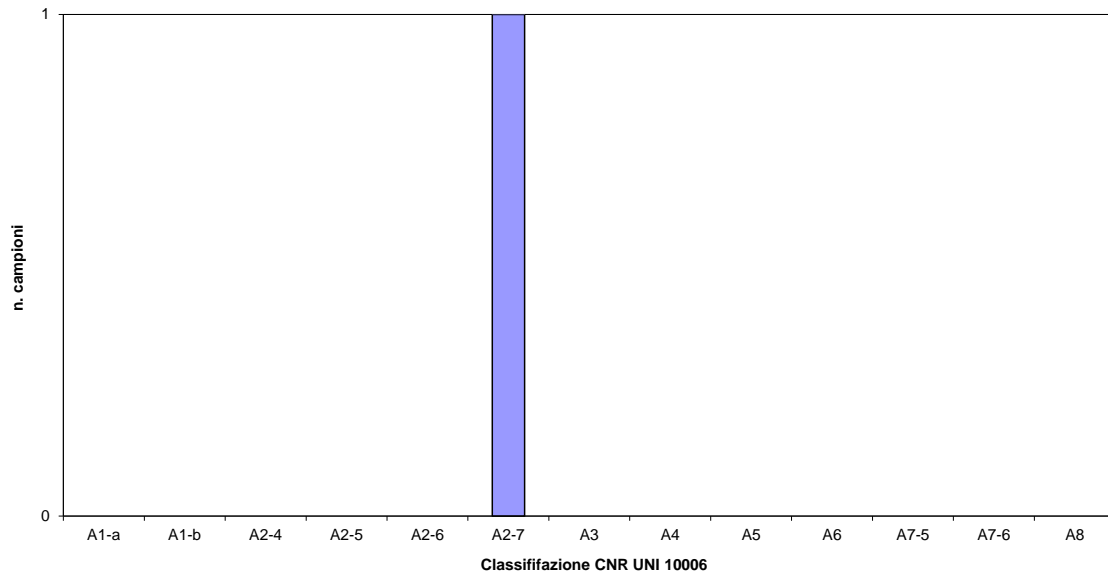


Figura 162 – classificazione terre Unità Ecls

**Unità geotecnica Salt (Unità geologica Ap, Pa, Pel, Sch)**  
Alterazione superficiale della formazione di base (Camerino e Schlier)

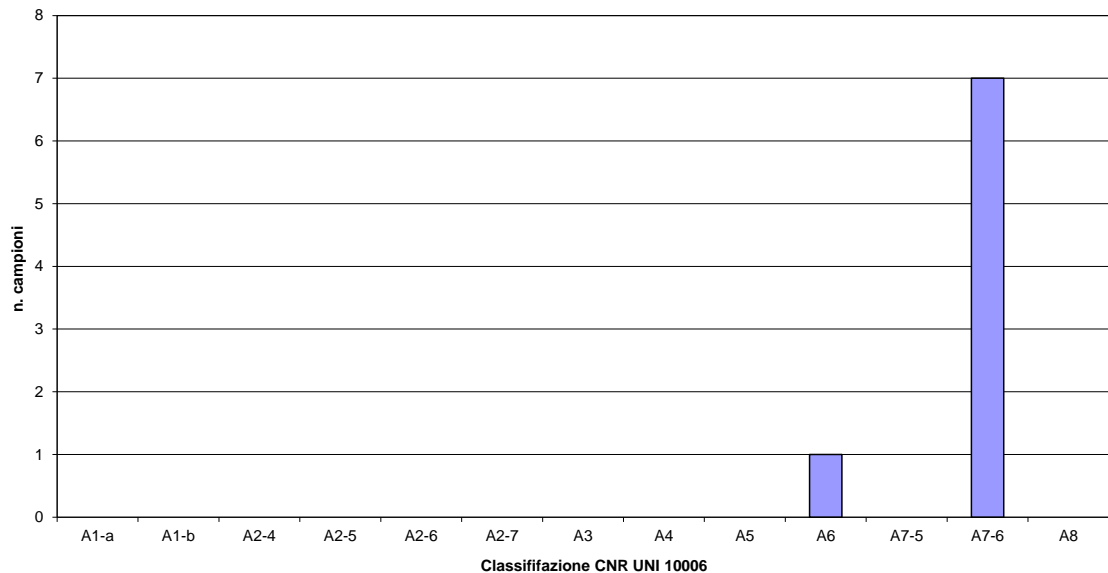


Figura 163 – classificazione terre Unità Salt

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 304 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Unità geotecnica Ap (Unità geologica Ap)  
Formazione di Camerino arenaceo - pelitica

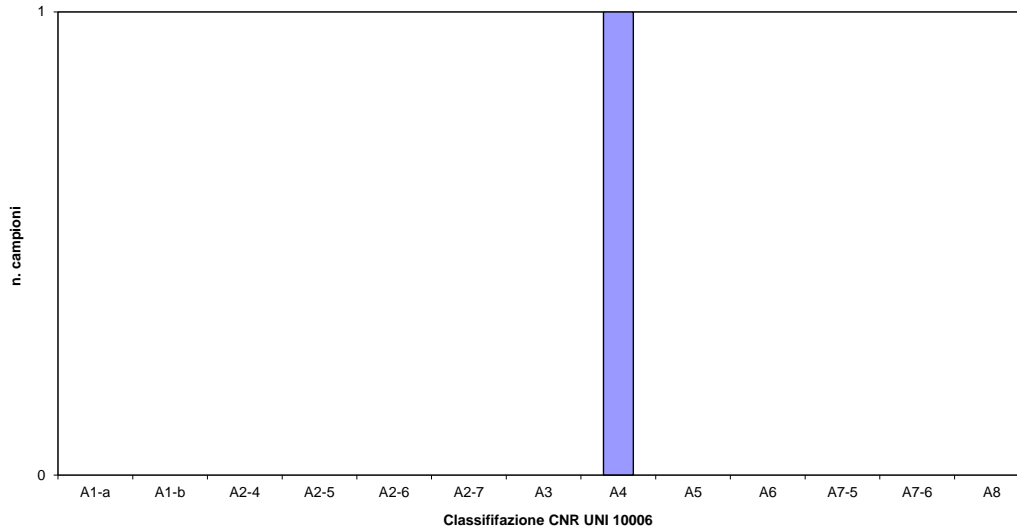


Figura 164 – classificazione terre Unità Ap

Unità geotecnica Pa (Unità geologica Pa)  
Formazione di Camerino pelitico-arenacea

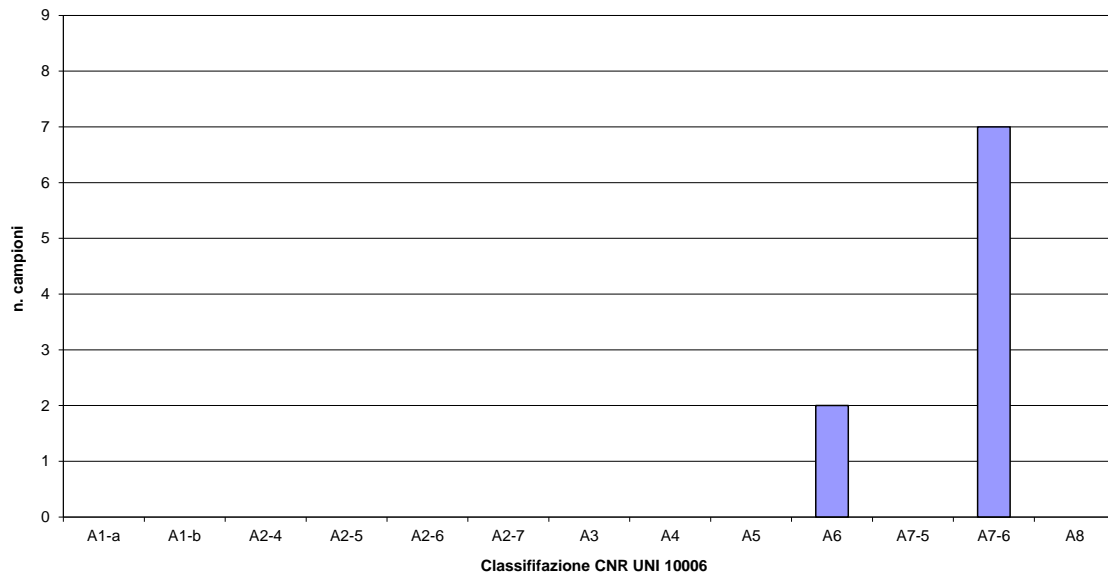


Figura 165 – classificazione terre Unità Pa

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 305 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Unità geotecnica Sch (Unità geologica Sch)  
Formazione dello Schlier

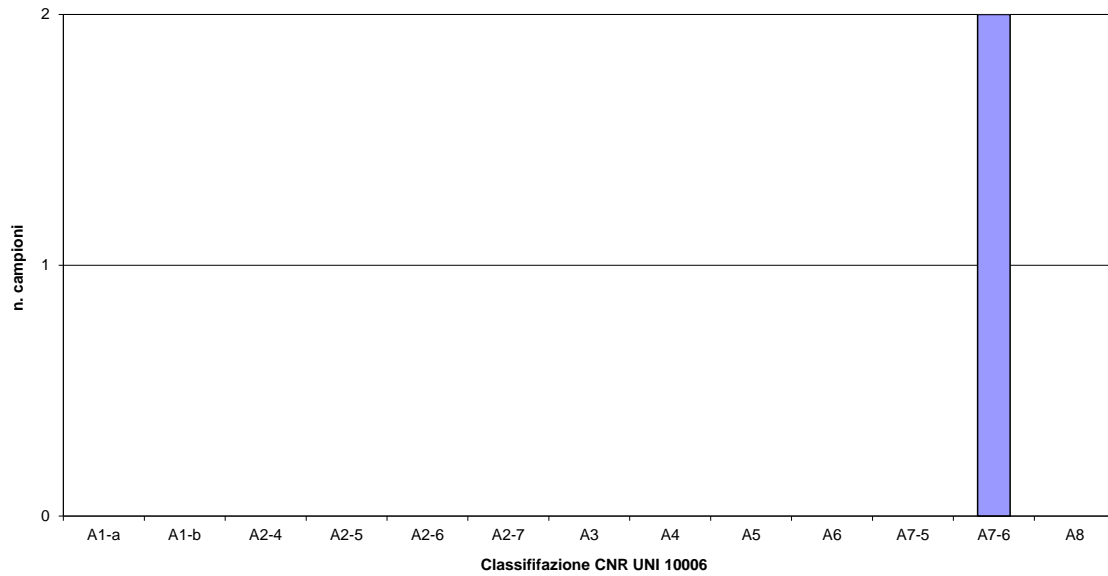


Figura 166 – classificazione terre Unità Sch

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE****3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)****4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 306 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**12. PIANO DI POSA**

Sulla base dei risultati delle indagini geotecniche in sito (sondaggi e pozzetti esplorativi) è stato possibile individuare lo spessore di coltre vegetale, mentre le prove di carico su piastra, i cui risultati sono mostrati in

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 307 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tabella 13, paragrafo 4.5, hanno consentito di valutare rispondenza richiesta dal Capitolato per quanto riguarda i piani di pasa dei rilevati stradali.

Nella campagna geognostica del 2017 sono stati eseguiti 10 pozzetti esplorativi, su cui sono stati prelevati campioni rimaneggiati ed eseguite prove di carico su piastra e 19 sondaggi per la tratta all'aperto. Da tale campagna si è evinto che in superficie affiora prevalentemente terreno argilloso limoso debolmente sabbioso, come si evince dalla classificazione A6 e A7-6.

Dalle prove di carico su piastra si sono ottenuti valori del modulo di deformazione compresi fra 3 e 8 MPa al primo ciclo di carico e tra 20 e 130 MPa al secondo ciclo di carico. Tali valori possono già fornire una indicazione sulla non idoneità dei materiali presenti quale piano di posa, anche in relazione alla non attitudine di tali terreni ad essere compattati in posto, al loro comportamento instabile e rammollente in relazione ai cicli stagionali.

Per quanto sopra è stato previsto un trattamento a calce dei piani di posa dei rilevati per uno spessore variabile lungo il tracciato a seconda dello spessore di coltre vegetale da asportare, che consente di raggiungere i requisiti minimi prestazionali richiesti dal Capitolato.

Tale scelta progettuale è quella maggiormente idonea per i seguenti motivi:

- la bonifica tradizionale con asportazione e sostituzione di materiale avrebbe richiesto approvvigionamento di idonei da cava, peggiorando il bilancio materie e i relativi oneri.
- per la formazione dei rilevati è previsto anche il reimpiego dei materiali di scavo opportunamente trattati a calce, per migliorare il bilancio materie complessivo. Pertanto il riempimento del volume asportato nell'ipotesi di bonifica tradizionale, può avvenire con terreno di scavo mescolato con calce, e quindi risulta più opportuno prevedere la bonifica con trattamento in sito a calce del piano di posa

L'idoneità dei materiali al trattamento a calce è stata verificata mediante apposite prove di laboratorio i cui risultati sono mostrati nel successivo capitolo.

Ove presenti, i terreni incoerenti grossolani hanno fatto misurare valori del modulo di deformazione decisamente superiori (dal lotto 2: Md tra 10 e 19 MPa per l'unità Ag), sicuramente idonei ad essere utilizzati tal quali previa semplice compattazione dinamica in posto.

Nella seguente tabella si riassumono gli spessori di scotico + bonifica previsti per i rilevati in progetto. Lungo il tracciato i pozzetti hanno evidenziato sempre uno spessore di vegetale di 0.30 cm, mentre nei sondaggi lo spessore di vegetale vaia da 0.10 a 0.40 m, solo localmente si ha un massimo di 0.9-1.0 m ma in zone dove sono previsti viadotti. Quindi sostanzialmente sono stati previste due tipologie di intervento (come indicato nella seguente tabella):

- scotico 0.20 m + bonifica 0.30 m mediante trattamento a calce in posto, da applicare nei tratti in cui lo spessore di vegetale è al massimo 0.20 m;
- scotico 0.20 m + bonifica 0.20 m con sostituzione di terreno + bonifica 0.30 m mediante trattamento a calce in posto, da applicare nei tratti in cui lo spessore di vegetale è da 0.20 m a 0.40 m.

**Tabella 87. Spessori scotico+bonifica -rilevati**

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 308 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Progressiva inizio	Progressiva fine	scotico [m]	bonifica [m]
0+000	1+530	0.20	0.3 (trattamento in sito)
1+740	2+292	0.20	0.20 (sostituzione) + 0.30 (trattamento in sito)
2+492	3+940	0.20	0.3 (trattamento in sito)
5+359	9+010	0.20	0.20 (sostituzione) + 0.30 (trattamento in sito)
9+110	9+452	0.20	0.3 (trattamento in sito)
9+501	11+080	0.20	0.20 (sostituzione) + 0.30 (trattamento in sito)
11+720	12+260	0.20	0.3 (trattamento in sito)



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 309 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 13. TRATTAMENTO A CALCE

Per il progetto in esame si prevede quindi il trattamento a calce dei terreni provenienti dagli scavi per il loro reimpiego.

Il trattamento di stabilizzazione consiste nel miscelare al terreno una certa percentuale di calce, definita tramite prove di laboratorio e verifica mediante campo prova, al fine di avere una miscela terreno-acqua-calce, idonea ai requisiti progettuali. Sono state programmate ed eseguite una serie di prove sperimentali di laboratorio, volte alla verifica dell'idoneità dei terreni da stabilizzare a calce ed allo studio preliminare delle miscele in laboratorio.

Lo studio delle miscele di terreno con calce è stato eseguito da Geoserving S.r.l. nel 2017 su campioni di terreno prelevati dai pozzetti eseguiti in sito e con le prove di laboratorio proposte in sede di P.D.. Nel successivo paragrafo si riportano i risultati delle prove eseguite sulle miscele e le conclusioni sulla miscela idonea al trattamento.

Allo studio delle miscele dovrà seguire la realizzazione di un campo prova, per la verifica in scala reale dei dati sperimentali ottenuti in laboratorio e per la verifica delle tecnologie possedute dall'impresa incaricata (attrezzature e metodologie operative). Il progetto e la realizzazione di tale campo prova viene rimandato alla successiva fase di cantierizzazione, in accordo con la D.L. ed i progettisti.

### 13.1 STUDIO MISCELE IN LABORATORIO

#### 13.1.1 Preparazione dei campioni

Lo studio delle miscele è stato eseguito su un gruppo (Gruppo 1") costituito da terreni estratti dai pozzetti XPZ6.3, XPZ7.3, XPZ2.2, XPZ 9.3, XPZ3.4, XPZ3.4, XPZ5.3, XPZ8.3, XPZ4.3 a 0.5 m di profondità da p.c..

Il campione di terreno del Gruppo 1, è stato reso omogeneo miscelando tra loro le frazioni prelevate dai diversi pozzetti.

Sul gruppo omogeneo di terreno da testare (campione Gruppo 1) sono state individuate tre miscele sperimentali, da studiare in laboratorio al fine di individuare il dosaggio ottimale di calce. Quindi tale campione è stato miscelato con 3 percentuali in peso di calce:

- La prima miscela verrà confezionata con una percentuale di calce pari al CIC.
- La seconda miscela pari a CIC +0.5 %.
- La terza miscela pari a CIC +1%.

Il parametro CIC, in particolare, è una utile guida alla valutazione del dosaggio minimo di calce che si dovrà indicativamente applicare. Tale valore corrisponde infatti alla quantità di calce necessaria per innescare la completa reazione terra/calce ed è stato determinato da prove di laboratorio (vadasì **Tabella 90**). Quindi nel caso in esame le tre miscele, testate in laboratorio, hanno rispettivamente una percentuale di calce di 2.0%, 2.5%, 3.0%. Le percentuali sono sempre riferite al peso di terreno secco.

#### 13.1.2 Prove di laboratorio

Per valutare correttamente i benefici del trattamento, oltre che sulle tre miscele individuate, le prove sono eseguite anche sul terreno naturale.

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 310 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

In particolare le prove previste ed eseguite sono indicate nelle seguenti tabelle.

**Tabella 88. Prove di caratterizzazione della terra ai fini del trattamento**

Prova di laboratorio	Norma di riferimento	Valori di riferimento
Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione	CNR BU n.36	
Limiti di Atterberg (LL e LP)	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP = LL – LP > 10%
Sostanze organiche	ASTM D 2974 - C	< 2.0 %
Solfati	BS 1377	< 1.0 %
Consumo iniziale di calce (CIC)	ASTM C977-92	>1.0 %

**Tabella 89. Prove di laboratorio sulle miscele sperimentali**

Prova di laboratorio	Norma di riferimento	Valori di riferimento
Proctor Modificata ( $\gamma_d$ , max e wopt)	UNI EN 13286-2	-
Limiti di Atterberg (LL e LP) a 12 ore e 14 gg di maturazione	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-
Indice di portanza immediato (IPI)	UNI EN 13286-47	$\geq 10$
CBR 7gg maturazione 4 gg di immersione (post-saturazione)		$\geq 30 \div 60$ (**)
Rigonfiamento 7gg maturazione +4gg immersione (post-saturazione)	UNI EN 13286-49	< 1÷1.5% rigonfiamento lineare (**)
Compressione 7gg maturazione (*)	UNI EN 13286-41	$\geq 0.5$ MPa
Compressione 28gg maturazione (*)		$\geq 1.0$ MPa
Prova TD 7gg maturazione (*)	UNI EN 17892-10	-
Prova TD 28gg maturazione (*)		-
(*) Su provini confezionati con AASTHO mod. con le caratteristiche dell'ottimo. (**) in funzione dell'altezza del rilevato come indicato da Capitolato.		

Le prove di taglio diretto non è stato possibile eseguirle a causa della natura semilitoide raggiunta dalla miscela compattata.

#### 13.1.3 Risultati delle prove di laboratorio e conclusioni

Per valutare correttamente i benefici del trattamento, oltre che sulle tre miscele individuate, le prove sono eseguite anche sul terreno naturale.

Per garantire l'efficacia del trattamento a calce di una terra è importante l'elevato contenuto di fine ed il limitato contenuto di sostanza organica e solfati; infatti la presenza di sostanza organica e/o solfati limitano lo sviluppo delle reazioni chimiche che portano ad un aumento della resistenza meccanica e del modulo di deformazione. Nel caso in esame come si evince dai risultati ottenuti sul campione naturale (colonna "Campione terreno naturale" **Tabella 90**), si tratta di terreno classificabile come tipo A6 e con contenuto di sostanza organica e solfati al di sotto dei valori limite di riferimento da Capitolato (indicati in **Tabella 88**). Quindi il terreno naturale della la miscela (Gruppo 1") è idoneo ad essere trattato a calce e con un consumo iniziale di calce (CIC) pari a 2%.

Dai risultati ottenuti dalle prove di laboratorio sulle miscele studiate (vedasi **Tabella 88**) si può concludere

### 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 311 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

che il dosaggio ottimale di calce è **2.5%**, infatti all'aumentare del dosaggio di calce l'indice di plasticità rimane praticamente inalterato e l'aumento di resistenza a compressione è irrilevante con dosaggio oltre 2.5%.

Tabella 90. Risultati prove di laboratorio

Prova di laboratorio	Campione terreno naturale	Miscela terra+calce		
		2.0%	2.5%	3.0%
Classificazione CNR UNI 1006	A6	-	-	-
Limiti di Atterberg	LL=34; LP=18; IP=16	-	-	-
Limiti di Atterberg mat=12h	-	LL=38; LP=29; IP=9	LL=38; LP=30; IP=8	LL=37; LP=30; IP=7
Limiti di Atterberg mat h=14gg	-	LL=40; LP=35; IP=8	LL=41; LP=33; IP=8	LL=41; LP=32; IP=9
Sostanze organiche	1.97%	-	-	-
Solfati	0.018%	-	-	-
Consumo iniziale di calce (CIC)	2.0%	-	-	-
Proctor Modificato	Wopt=10.7% pd <sub>max</sub> =1.98Mg/m <sup>3</sup>	Wopt=11.8% pd <sub>max</sub> =1.90Mg/m <sup>3</sup>	Wopt=12.2% pd <sub>max</sub> =1.90Mg/m <sup>3</sup>	Wopt=12.3% pd <sub>max</sub> =1.88Mg/m <sup>3</sup>
CBR immediato I (%)	125	142	148	157
Resistenza a compressione cil Mat=7 gg – Rmd (N/mm <sup>2</sup> )	1.1	1.6	1.9	1.9
Resistenza a compressione cil Mat=28 gg – Rmd (N/mm <sup>2</sup> )	1.7	2.6	2.8	2.9

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 312 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 14. APPENDICE A. CAPACITA' PORTANTE PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

### 14.1 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
 Quota falda da p.c. = 2.50 m  
 Peso di volume del palo = 5.00 kN/m<sup>3</sup>  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.84 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.16 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 313 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 0.00 a 7.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 4300. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ala " (Coesivo) da 7.00 a 8.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 75.0 \text{ a } 75.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 8.00 a 12.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 314 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 16.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \tau &= \beta \cdot S'v < 120.0 \text{ kPa} \\ \beta &= .10 + .40 \text{ Cu/S}'v \\ \tau &> .23 \cdot S'v \\ \tau &< .55 \cdot S'v \end{aligned}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

Strato 5 "S " (Incoerente) da 16.00 a 19.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

Strato 6 "S " (Incoerente) da 19.00 a 40.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 170.0 \text{ a } 170.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 5000. \text{ a } 5000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 315 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ag "	1.00	1.00	-
2 "Ala "	1.00	1.00	1.00
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-
6 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha * C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 316 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	47.5	47.5	--	.51	24.2	808.
3.00	52.0	57.0	--	.51	26.4	808.
3.50	56.5	66.5	--	.51	28.7	808.
4.00	61.0	76.0	--	.51	31.0	808.
4.50	65.5	85.5	--	.51	33.3	808.
5.00	70.0	95.0	--	.51	35.6	808.
5.50	74.5	104.5	--	.51	37.9	808.
6.00	79.0	114.0	--	.51	40.2	808.
6.50	83.5	123.5	--	.51	42.5	808.
7.00	88.0	133.0	--	.51	44.9	808.
7.50	92.5	142.5	75.0	.49	45.0	818.
8.00	97.0	152.0	75.0	.49	47.2	827.
8.50	101.5	161.5	--	.51	51.6	995.
9.00	106.0	171.0	--	.51	53.9	1163.
9.50	110.5	180.5	--	.51	56.2	1331.
10.00	115.0	190.0	--	.51	58.5	1498.
10.50	119.5	199.5	--	.51	60.8	1666.
11.00	124.0	209.0	--	.51	63.1	1834.
11.50	128.5	218.5	--	.51	65.4	2002.
12.00	133.0	228.0	--	.53	70.4	2170.
12.50	138.0	238.0	300.0	.55	75.9	2264.
13.00	143.0	248.0	300.0	.55	78.7	2358.
13.50	148.0	258.0	300.0	.55	81.4	2452.
14.00	153.0	268.0	300.0	.55	84.2	2547.
14.50	158.0	278.0	300.0	.55	86.9	2641.
15.00	163.0	288.0	300.0	.55	89.7	2735.
15.50	168.0	298.0	300.0	.55	92.4	2829.
16.00	173.0	308.0	300.0	.71	122.6	2924.
16.50	179.5	319.5	--	.84	150.0	3043.
17.00	186.0	331.0	--	.81	150.0	3163.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 317 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	192.5	342.5	--	.78	150.0	3282.
18.00	199.0	354.0	--	.75	150.0	3402.
18.50	205.5	365.5	--	.73	150.0	3522.
19.00	212.0	377.0	--	.75	160.0	3641.
19.50	218.5	388.5	--	.78	170.0	3792.
20.00	225.0	400.0	--	.76	170.0	3943.
20.50	231.5	411.5	--	.73	170.0	4094.
21.00	238.0	423.0	--	.71	170.0	4245.
21.50	244.5	434.5	--	.70	170.0	4396.
22.00	251.0	446.0	--	.68	170.0	4547.
22.50	257.5	457.5	--	.66	170.0	4698.
23.00	264.0	469.0	--	.64	170.0	4849.
23.50	270.5	480.5	--	.63	170.0	5000.
24.00	277.0	492.0	--	.61	170.0	5000.
24.50	283.5	503.5	--	.60	170.0	5000.
25.00	290.0	515.0	--	.59	170.0	5000.
25.50	296.5	526.5	--	.57	170.0	5000.
26.00	303.0	538.0	--	.56	170.0	5000.
26.50	309.5	549.5	--	.55	170.0	5000.
27.00	316.0	561.0	--	.54	170.0	5000.
27.50	322.5	572.5	--	.53	170.0	5000.
28.00	329.0	584.0	--	.52	170.0	5000.
28.50	335.5	595.5	--	.51	170.0	5000.
29.00	342.0	607.0	--	.50	170.0	5000.
29.50	348.5	618.5	--	.49	170.0	5000.
30.00	355.0	630.0	--	.48	170.0	5000.
30.50	361.5	641.5	--	.47	170.0	5000.
31.00	368.0	653.0	--	.46	170.0	5000.
31.50	374.5	664.5	--	.45	170.0	5000.
32.00	381.0	676.0	--	.45	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 318 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	387.5	687.5	--	.44	170.0	5000.
33.00	394.0	699.0	--	.43	170.0	5000.
33.50	400.5	710.5	--	.42	170.0	5000.
34.00	407.0	722.0	--	.42	170.0	5000.
34.50	413.5	733.5	--	.41	170.0	5000.
35.00	420.0	745.0	--	.40	170.0	5000.
35.50	426.5	756.5	--	.40	170.0	5000.
36.00	433.0	768.0	--	.39	170.0	5000.
36.50	439.5	779.5	--	.39	170.0	5000.
37.00	446.0	791.0	--	.38	170.0	5000.
37.50	452.5	802.5	--	.38	170.0	5000.
38.00	459.0	814.0	--	.37	170.0	5000.
38.50	465.5	825.5	--	.37	170.0	5000.
39.00	472.0	837.0	--	.36	170.0	5000.
39.50	478.5	848.5	--	.36	170.0	5000.
40.00	485.0	860.0	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 319 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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
.00	0.	1427.	0.	1427.	661.
.50	60.	1427.	4.	1482.	689.
1.00	125.	1427.	9.	1543.	720.
1.50	195.	1427.	13.	1609.	754.
2.00	271.	1427.	18.	1681.	790.
2.50	352.	1427.	22.	1757.	830.
3.00	439.	1428.	27.	1840.	873.
3.50	531.	1428.	31.	1927.	918.
4.00	628.	1428.	35.	2020.	967.
4.50	731.	1428.	40.	2119.	1018.
5.00	837.	1445.	44.	2237.	1079.
5.50	944.	1461.	49.	2357.	1141.
6.00	1062.	1758.	53.	2767.	1338.
6.50	1186.	2055.	57.	3183.	1538.
7.00	1316.	2351.	62.	3605.	1742.
7.50	1451.	2648.	66.	4032.	1948.
8.00	1591.	2944.	71.	4465.	2157.
8.50	1737.	3241.	75.	4903.	2369.
9.00	1888.	3538.	80.	5347.	2585.
9.50	2047.	3834.	84.	5797.	2804.
10.00	2221.	4001.	88.	6133.	2971.
10.50	2403.	4167.	93.	6477.	3142.
11.00	2591.	4334.	97.	6828.	3318.
11.50	2786.	4500.	102.	7185.	3496.
12.00	2988.	4667.	106.	7549.	3678.
12.50	3196.	4834.	110.	7919.	3864.
13.00	3410.	5000.	115.	8296.	4053.
13.50	3648.	5167.	119.	8695.	4255.
14.00	3985.	5378.	124.	9239.	4532.
14.50	4338.	5589.	128.	9799.	4817.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 320 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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
15.00	4692.	5801.	133.	10360.	5103.
15.50	5045.	6012.	137.	10920.	5388.
16.00	5399.	6223.	141.	11480.	5674.
16.50	5758.	6435.	146.	12047.	5962.
17.00	6152.	6701.	150.	12704.	6296.
17.50	6553.	6968.	155.	13367.	6633.
18.00	6954.	7235.	159.	14030.	6970.
18.50	7354.	7502.	163.	14692.	7306.
19.00	7755.	7769.	168.	15355.	7643.
19.50	8155.	8035.	172.	16018.	7980.
20.00	8556.	8302.	177.	16681.	8317.
20.50	8956.	8569.	181.	17344.	8654.
21.00	9357.	8836.	186.	18007.	8990.
21.50	9757.	8836.	190.	18403.	9204.
22.00	10158.	8836.	194.	18799.	9417.
22.50	10559.	8836.	199.	19195.	9630.
23.00	10959.	8836.	203.	19592.	9843.
23.50	11360.	8836.	208.	19988.	10057.
24.00	11760.	8836.	212.	20384.	10270.
24.50	12161.	8836.	216.	20780.	10483.
25.00	12561.	8836.	221.	21176.	10697.
25.50	12962.	8836.	225.	21572.	10910.
26.00	13362.	8836.	230.	21968.	11123.
26.50	13763.	8836.	234.	22365.	11336.
27.00	14164.	8836.	239.	22761.	11550.
27.50	14564.	8836.	243.	23157.	11763.
28.00	14965.	8836.	247.	23553.	11976.
28.50	15365.	8836.	252.	23949.	12189.
29.00	15766.	8836.	256.	24345.	12403.
29.50	16166.	8836.	261.	24741.	12616.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 321 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	16567.	8836.	265.	25138.	12829.
30.50	16967.	8836.	269.	25534.	13043.
31.00	17368.	8836.	274.	25930.	13256.
31.50	17769.	8836.	278.	26326.	13469.
32.00	18169.	8836.	283.	26722.	13682.
32.50	18570.	8836.	287.	27118.	13896.
33.00	18970.	8836.	292.	27514.	14109.
33.50	19371.	8836.	296.	27910.	14322.
34.00	19771.	8836.	300.	28307.	14535.
34.50	20172.	8836.	305.	28703.	14749.
35.00	20572.	8836.	309.	29099.	14962.
35.50	20973.	8836.	314.	29495.	15175.
36.00	21374.	8836.	318.	29891.	15389.
36.50	21774.	8836.	323.	30287.	15602.
37.00	22175.	8836.	327.	30683.	15815.
37.50	22575.	8836.	331.	31080.	16028.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.2 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 2 (PILE 1, 2, 3, 4)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = 5.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.84 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.16 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 322 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 323 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 3.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 75.0 \text{ a } 75.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "As " (Incoerente) da 3.00 a 4.50 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v$$

$$K = .70 \quad \delta = 34.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 14.0 * S'v < 4300. \text{ kPa}$$

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 4.50 a 6.50 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v$$

$$K = .70 \quad \delta = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 324 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 6.50 a 8.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \tau &= \beta \cdot S'v < 120.0 \text{ kPa} \\ \beta &= .10 + .40 \text{ Cu/S}'v \\ \tau &> .23 \cdot S'v \\ \tau &< .55 \cdot S'v \end{aligned}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

Strato 5 "S " (Incoerente) da 8.00 a 11.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

Strato 6 "S " (Incoerente) da 11.00 a 40.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 170.0 \text{ a } 170.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 5000. \text{ a } 5000. \text{ kPa}$$



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 325 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "As "	1.00	1.00	-
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-
6 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 326 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
.00	.0	.0	75.0	.00	.0	557.
.50	4.5	9.5	75.0	.55	2.5	527.
1.00	9.0	19.0	75.0	.55	5.0	497.
1.50	13.5	28.5	75.0	.55	7.4	468.
2.00	18.0	38.0	75.0	.55	9.9	438.
2.50	22.5	47.5	75.0	.55	12.4	408.
3.00	27.0	57.0	75.0	.51	13.8	378.
3.50	31.5	66.5	--	.47	14.9	441.
4.00	36.0	76.0	--	.47	17.0	504.
4.50	40.5	85.5	--	.49	19.9	567.
5.00	45.0	95.0	--	.51	22.9	657.
5.50	49.5	104.5	--	.51	25.2	747.
6.00	54.0	114.0	--	.51	27.5	837.
6.50	58.5	123.5	--	.53	31.0	927.
7.00	63.5	133.5	300.0	.55	34.9	1148.
7.50	68.5	143.5	300.0	.55	37.7	1368.
8.00	73.5	153.5	300.0	1.30	95.2	1589.
8.50	80.0	165.0	--	1.88	150.0	1857.
9.00	86.5	176.5	--	1.73	150.0	2125.
9.50	93.0	188.0	--	1.61	150.0	2393.
10.00	99.5	199.5	--	1.51	150.0	2661.
10.50	106.0	211.0	--	1.42	150.0	2929.
11.00	112.5	222.5	--	1.42	160.0	3196.
11.50	119.0	234.0	--	1.43	170.0	3397.
12.00	125.5	245.5	--	1.35	170.0	3597.
12.50	132.0	257.0	--	1.29	170.0	3798.
13.00	138.5	268.5	--	1.23	170.0	3998.
13.50	145.0	280.0	--	1.17	170.0	4198.
14.00	151.5	291.5	--	1.12	170.0	4399.
14.50	158.0	303.0	--	1.08	170.0	4599.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 327 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
15.00	164.5	314.5	--	1.03	170.0	4800.
15.50	171.0	326.0	--	.99	170.0	5000.
16.00	177.5	337.5	--	.96	170.0	5000.
16.50	184.0	349.0	--	.92	170.0	5000.
17.00	190.5	360.5	--	.89	170.0	5000.
17.50	197.0	372.0	--	.86	170.0	5000.
18.00	203.5	383.5	--	.84	170.0	5000.
18.50	210.0	395.0	--	.81	170.0	5000.
19.00	216.5	406.5	--	.79	170.0	5000.
19.50	223.0	418.0	--	.76	170.0	5000.
20.00	229.5	429.5	--	.74	170.0	5000.
20.50	236.0	441.0	--	.72	170.0	5000.
21.00	242.5	452.5	--	.70	170.0	5000.
21.50	249.0	464.0	--	.68	170.0	5000.
22.00	255.5	475.5	--	.67	170.0	5000.
22.50	262.0	487.0	--	.65	170.0	5000.
23.00	268.5	498.5	--	.63	170.0	5000.
23.50	275.0	510.0	--	.62	170.0	5000.
24.00	281.5	521.5	--	.60	170.0	5000.
24.50	288.0	533.0	--	.59	170.0	5000.
25.00	294.5	544.5	--	.58	170.0	5000.
25.50	301.0	556.0	--	.56	170.0	5000.
26.00	307.5	567.5	--	.55	170.0	5000.
26.50	314.0	579.0	--	.54	170.0	5000.
27.00	320.5	590.5	--	.53	170.0	5000.
27.50	327.0	602.0	--	.52	170.0	5000.
28.00	333.5	613.5	--	.51	170.0	5000.
28.50	340.0	625.0	--	.50	170.0	5000.
29.00	346.5	636.5	--	.49	170.0	5000.
29.50	353.0	648.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 328 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
30.00	359.5	659.5	--	.47	170.0	5000.
30.50	366.0	671.0	--	.46	170.0	5000.
31.00	372.5	682.5	--	.46	170.0	5000.
31.50	379.0	694.0	--	.45	170.0	5000.
32.00	385.5	705.5	--	.44	170.0	5000.
32.50	392.0	717.0	--	.43	170.0	5000.
33.00	398.5	728.5	--	.43	170.0	5000.
33.50	405.0	740.0	--	.42	170.0	5000.
34.00	411.5	751.5	--	.41	170.0	5000.
34.50	418.0	763.0	--	.41	170.0	5000.
35.00	424.5	774.5	--	.40	170.0	5000.
35.50	431.0	786.0	--	.39	170.0	5000.
36.00	437.5	797.5	--	.39	170.0	5000.
36.50	444.0	809.0	--	.38	170.0	5000.
37.00	450.5	820.5	--	.38	170.0	5000.
37.50	457.0	832.0	--	.37	170.0	5000.
38.00	463.5	843.5	--	.37	170.0	5000.
38.50	470.0	855.0	--	.36	170.0	5000.
39.00	476.5	866.5	--	.36	170.0	5000.
39.50	483.0	878.0	--	.35	170.0	5000.
40.00	489.5	889.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 329 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
.00	0.	984.	0.	984.	456.
.50	3.	932.	4.	930.	428.
1.00	12.	879.	9.	882.	404.
1.50	26.	826.	13.	839.	383.
2.00	47.	773.	18.	802.	366.
2.50	73.	721.	22.	772.	351.
3.00	104.	668.	27.	746.	339.
3.50	138.	779.	31.	886.	405.
4.00	175.	891.	35.	1030.	472.
4.50	218.	1002.	40.	1180.	543.
5.00	269.	1161.	44.	1386.	639.
5.50	325.	1320.	49.	1597.	739.
6.00	387.	1479.	53.	1814.	842.
6.50	456.	1638.	57.	2036.	949.
7.00	534.	2028.	62.	2500.	1167.
7.50	619.	2418.	66.	2971.	1390.
8.00	744.	2808.	71.	3481.	1634.
8.50	1065.	3282.	75.	4271.	2023.
9.00	1418.	3755.	80.	5094.	2430.
9.50	1772.	4228.	84.	5916.	2837.
10.00	2125.	4702.	88.	6739.	3243.
10.50	2479.	5175.	93.	7561.	3650.
11.00	2838.	5648.	97.	8389.	4060.
11.50	3233.	6003.	102.	9134.	4434.
12.00	3633.	6357.	106.	9884.	4811.
12.50	4034.	6711.	110.	10634.	5189.
13.00	4434.	7065.	115.	11384.	5566.
13.50	4835.	7419.	119.	12135.	5943.
14.00	5235.	7773.	124.	12885.	6320.
14.50	5636.	8127.	128.	13635.	6698.

**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 330 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
15.00	6036.	8482.	133.	14386.	7075.
15.50	6437.	8836.	137.	15136.	7452.
16.00	6838.	8836.	141.	15532.	7665.
16.50	7238.	8836.	146.	15928.	7879.
17.00	7639.	8836.	150.	16324.	8092.
17.50	8039.	8836.	155.	16720.	8305.
18.00	8440.	8836.	159.	17116.	8518.
18.50	8840.	8836.	163.	17513.	8732.
19.00	9241.	8836.	168.	17909.	8945.
19.50	9641.	8836.	172.	18305.	9158.
20.00	10042.	8836.	177.	18701.	9372.
20.50	10443.	8836.	181.	19097.	9585.
21.00	10843.	8836.	186.	19493.	9798.
21.50	11244.	8836.	190.	19889.	10011.
22.00	11644.	8836.	194.	20286.	10225.
22.50	12045.	8836.	199.	20682.	10438.
23.00	12445.	8836.	203.	21078.	10651.
23.50	12846.	8836.	208.	21474.	10864.
24.00	13246.	8836.	212.	21870.	11078.
24.50	13647.	8836.	216.	22266.	11291.
25.00	14048.	8836.	221.	22662.	11504.
25.50	14448.	8836.	225.	23058.	11718.
26.00	14849.	8836.	230.	23455.	11931.
26.50	15249.	8836.	234.	23851.	12144.
27.00	15650.	8836.	239.	24247.	12357.
27.50	16050.	8836.	243.	24643.	12571.
28.00	16451.	8836.	247.	25039.	12784.
28.50	16851.	8836.	252.	25435.	12997.
29.00	17252.	8836.	256.	25831.	13210.
29.50	17652.	8836.	261.	26228.	13424.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 331 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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	18053.	8836.	265.	26624.	13637.
30.50	18454.	8836.	269.	27020.	13850.
31.00	18854.	8836.	274.	27416.	14064.
31.50	19255.	8836.	278.	27812.	14277.
32.00	19655.	8836.	283.	28208.	14490.
32.50	20056.	8836.	287.	28604.	14703.
33.00	20456.	8836.	292.	29001.	14917.
33.50	20857.	8836.	296.	29397.	15130.
34.00	21257.	8836.	300.	29793.	15343.
34.50	21658.	8836.	305.	30189.	15556.
35.00	22059.	8836.	309.	30585.	15770.
35.50	22459.	8836.	314.	30981.	15983.
36.00	22860.	8836.	318.	31377.	16196.
36.50	23260.	8836.	323.	31773.	16410.
37.00	23661.	8836.	327.	32170.	16623.
37.50	24061.	8836.	331.	32566.	16836.
38.00	24462.	8836.	336.	32962.	17049.
38.50	24862.	8836.	340.	33358.	17263.
39.00	25263.	8836.	345.	33754.	17476.
39.50	25664.	8836.	349.	34150.	17689.
40.00	26064.	8836.	353.	34546.	17902.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.3 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2 E PILA 5)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' 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  
 Capacit... 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/m3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 332 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 333 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

$$T_{\text{au}} > .23 * S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 60.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

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

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

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

$$T_{\text{au}} > .23 * S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 200.0 \text{ a } 200.0 \text{ kPa}$$

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

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

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

$$T_{\text{au}} > .23 * S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 400.0 \text{ a } 400.0 \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 334 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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/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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 335 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 336 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 337 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 338 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 339 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

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
.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 340 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

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
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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 341 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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	Ql1 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  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.4 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1)

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

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
 Quota falda da p.c. = 2.50 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 342 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 343 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 0.00 a 7.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$   
K = .50  $\delta = 36.0 \text{ deg}$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Ala " (Coesivo) da 7.00 a 8.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$   
Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito  
 $\tau > .23 * S'v$   
 $\tau < .55 * S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 75.0 a 75.0 kPa

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 8.00 a 12.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$   
K = .50  $\delta = 36.0 \text{ deg}$

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 344 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 16.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 300.0 a 300.0 kPa

Strato 5 "S " (Incoerente) da 16.00 a 19.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 6 "S " (Incoerente) da 19.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 345 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ag "	1.00	1.00	-
2 "Ala "	1.00	1.00	1.00
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-
6 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 346 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	47.5	47.5	--	.36	17.3	0.
3.00	52.0	57.0	--	.36	18.9	0.
3.50	56.5	66.5	--	.36	20.5	0.
4.00	61.0	76.0	--	.36	22.2	0.
4.50	65.5	85.5	--	.36	23.8	0.
5.00	70.0	95.0	--	.36	25.4	0.
5.50	74.5	104.5	--	.36	27.1	0.
6.00	79.0	114.0	--	.36	28.7	0.
6.50	83.5	123.5	--	.36	30.3	0.
7.00	88.0	133.0	--	.44	38.5	0.
7.50	92.5	142.5	75.0	.49	45.0	0.
8.00	97.0	152.0	75.0	.41	40.1	0.
8.50	101.5	161.5	--	.36	36.9	0.
9.00	106.0	171.0	--	.36	38.5	0.
9.50	110.5	180.5	--	.36	40.1	0.
10.00	115.0	190.0	--	.36	41.8	0.
10.50	119.5	199.5	--	.36	43.4	0.
11.00	124.0	209.0	--	.36	45.0	0.
11.50	128.5	218.5	--	.36	46.7	0.
12.00	133.0	228.0	--	.46	60.7	0.
12.50	138.0	238.0	300.0	.55	75.9	0.
13.00	143.0	248.0	300.0	.55	78.7	0.
13.50	148.0	258.0	300.0	.55	81.4	0.
14.00	153.0	268.0	300.0	.55	84.2	0.
14.50	158.0	278.0	300.0	.55	86.9	0.
15.00	163.0	288.0	300.0	.55	89.7	0.
15.50	168.0	298.0	300.0	.55	92.4	0.
16.00	173.0	308.0	300.0	.71	122.6	0.
16.50	179.5	319.5	--	.84	150.0	0.
17.00	186.0	331.0	--	.81	150.0	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 347 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	192.5	342.5	--	.78	150.0	0.
18.00	199.0	354.0	--	.75	150.0	0.
18.50	205.5	365.5	--	.73	150.0	0.
19.00	212.0	377.0	--	.75	160.0	0.
19.50	218.5	388.5	--	.78	170.0	0.
20.00	225.0	400.0	--	.76	170.0	0.
20.50	231.5	411.5	--	.73	170.0	0.
21.00	238.0	423.0	--	.71	170.0	0.
21.50	244.5	434.5	--	.70	170.0	0.
22.00	251.0	446.0	--	.68	170.0	0.
22.50	257.5	457.5	--	.66	170.0	0.
23.00	264.0	469.0	--	.64	170.0	0.
23.50	270.5	480.5	--	.63	170.0	0.
24.00	277.0	492.0	--	.61	170.0	0.
24.50	283.5	503.5	--	.60	170.0	0.
25.00	290.0	515.0	--	.59	170.0	0.
25.50	296.5	526.5	--	.57	170.0	0.
26.00	303.0	538.0	--	.56	170.0	0.
26.50	309.5	549.5	--	.55	170.0	0.
27.00	316.0	561.0	--	.54	170.0	0.
27.50	322.5	572.5	--	.53	170.0	0.
28.00	329.0	584.0	--	.52	170.0	0.
28.50	335.5	595.5	--	.51	170.0	0.
29.00	342.0	607.0	--	.50	170.0	0.
29.50	348.5	618.5	--	.49	170.0	0.
30.00	355.0	630.0	--	.48	170.0	0.
30.50	361.5	641.5	--	.47	170.0	0.
31.00	368.0	653.0	--	.46	170.0	0.
31.50	374.5	664.5	--	.45	170.0	0.
32.00	381.0	676.0	--	.45	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 348 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	387.5	687.5	--	.44	170.0	0.
33.00	394.0	699.0	--	.43	170.0	0.
33.50	400.5	710.5	--	.42	170.0	0.
34.00	407.0	722.0	--	.42	170.0	0.
34.50	413.5	733.5	--	.41	170.0	0.
35.00	420.0	745.0	--	.40	170.0	0.
35.50	426.5	756.5	--	.40	170.0	0.
36.00	433.0	768.0	--	.39	170.0	0.
36.50	439.5	779.5	--	.39	170.0	0.
37.00	446.0	791.0	--	.38	170.0	0.
37.50	452.5	802.5	--	.38	170.0	0.
38.00	459.0	814.0	--	.37	170.0	0.
38.50	465.5	825.5	--	.37	170.0	0.
39.00	472.0	837.0	--	.36	170.0	0.
39.50	478.5	848.5	--	.36	170.0	0.
40.00	485.0	860.0	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 349 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1  
 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	43.	0.	-13.	56.	35.
1.00	89.	0.	-27.	116.	71.
1.50	139.	0.	-40.	179.	109.
2.00	193.	0.	-53.	246.	150.
2.50	251.	0.	-66.	318.	192.
3.00	313.	0.	-80.	393.	236.
3.50	379.	0.	-93.	472.	282.
4.00	449.	0.	-106.	555.	330.
4.50	526.	0.	-119.	645.	382.
5.00	628.	0.	-133.	760.	447.
5.50	731.	0.	-146.	877.	511.
6.00	819.	0.	-159.	978.	569.
6.50	908.	0.	-172.	1080.	626.
7.00	1000.	0.	-186.	1186.	686.
7.50	1097.	0.	-199.	1296.	747.
8.00	1197.	0.	-212.	1409.	811.
8.50	1301.	0.	-225.	1527.	876.
9.00	1410.	0.	-239.	1648.	943.
9.50	1529.	0.	-252.	1781.	1016.
10.00	1697.	0.	-265.	1962.	1114.
10.50	1879.	0.	-278.	2157.	1218.
11.00	2068.	0.	-292.	2359.	1325.
11.50	2263.	0.	-305.	2568.	1436.
12.00	2464.	0.	-318.	2782.	1550.
12.50	2672.	0.	-331.	3004.	1667.
13.00	2887.	0.	-345.	3231.	1788.
13.50	3124.	0.	-358.	3482.	1920.
14.00	3461.	0.	-371.	3832.	2102.
14.50	3814.	0.	-384.	4199.	2292.
15.00	4168.	0.	-398.	4566.	2482.
15.50	4521.	0.	-411.	4932.	2672.
16.00	4875.	0.	-424.	5299.	2861.
16.50	5234.	0.	-437.	5671.	3054.
17.00	5629.	0.	-451.	6079.	3265.
17.50	6029.	0.	-464.	6493.	3479.
18.00	6430.	0.	-477.	6907.	3692.
18.50	6830.	0.	-490.	7321.	3906.
19.00	7231.	0.	-504.	7735.	4119.
19.50	7632.	0.	-517.	8148.	4333.
20.00	8032.	0.	-530.	8562.	4546.
20.50	8433.	0.	-543.	8976.	4760.
21.00	8833.	0.	-557.	9390.	4973.
21.50	9234.	0.	-570.	9804.	5187.
22.00	9634.	0.	-583.	10217.	5400.
22.50	10035.	0.	-596.	10631.	5614.
23.00	10435.	0.	-610.	11045.	5827.
23.50	10836.	0.	-623.	11459.	6041.
24.00	11236.	0.	-636.	11873.	6254.
24.50	11637.	0.	-649.	12286.	6468.
25.00	12038.	0.	-663.	12700.	6681.
25.50	12438.	0.	-676.	13114.	6895.
26.00	12839.	0.	-689.	13528.	7109.
26.50	13239.	0.	-702.	13942.	7322.
27.00	13640.	0.	-716.	14355.	7536.
27.50	14040.	0.	-729.	14769.	7749.
28.00	14441.	0.	-742.	15183.	7963.
28.50	14841.	0.	-755.	15597.	8176.
29.00	15242.	0.	-769.	16011.	8390.
29.50	15643.	0.	-782.	16425.	8603.
30.00	16043.	0.	-795.	16838.	8817.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	350 di 654

30.50	16444.	0.	-808.	17252.	9030.
31.00	16844.	0.	-822.	17666.	9244.
31.50	17245.	0.	-835.	18080.	9457.
32.00	17645.	0.	-848.	18494.	9671.
32.50	18046.	0.	-861.	18907.	9884.
33.00	18446.	0.	-875.	19321.	10098.
33.50	18847.	0.	-888.	19735.	10311.
34.00	19248.	0.	-901.	20149.	10525.
34.50	19648.	0.	-914.	20563.	10739.
35.00	20049.	0.	-928.	20976.	10952.
35.50	20449.	0.	-941.	21390.	11166.
36.00	20850.	0.	-954.	21804.	11379.
36.50	21250.	0.	-968.	22218.	11593.
37.00	21651.	0.	-981.	22632.	11806.
37.50	22051.	0.	-994.	23045.	12020.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.5 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 2 (PILE 1, 2, 3, 4)

\*\*\* 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 PILE 1-4  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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,l)  
 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



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 351 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 352 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 3.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

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 75.0 a 75.0 kPa

Strato 2 "As " (Incoerente) da 3.00 a 4.50 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau = K \* tan(delta) \* S'v  
K = .50 delta = 34.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 4.50 a 6.50 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau = K \* tan(delta) \* S'v  
K = .50 delta = 36.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 353 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 6.50 a 8.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
beta = .10 + .40 Cu/S'v  
Tau > .23 \* S'v  
Tau < .55 \* S'v

Qb = .0 \* Cu + Sv

Cu variabile lin. da 300.0 a 300.0 kPa

Strato 5 "S " (Incoerente) da 8.00 a 11.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 6 "S " (Incoerente) da 11.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 354 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "As "	1.00	1.00	-
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-
6 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 355 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
.00	.0	.0	75.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	75.0	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	75.0	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	75.0	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	75.0	.55	9.9	0.
2.50	22.5	47.5	75.0	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	75.0	.44	12.0	0.
3.50	31.5	66.5	--	.34	10.6	0.
4.00	36.0	76.0	--	.34	12.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.35	14.2	0.
5.00	45.0	95.0	--	.36	16.3	0.
5.50	49.5	104.5	--	.36	18.0	0.
6.00	54.0	114.0	--	.36	19.6	0.
6.50	58.5	123.5	--	.46	26.7	0.
7.00	63.5	133.5	300.0	.55	34.9	9.
7.50	68.5	143.5	300.0	.55	37.7	5.
8.00	73.5	153.5	300.0	1.30	95.2	0.
8.50	80.0	165.0	--	1.88	150.0	0.
9.00	86.5	176.5	--	1.73	150.0	0.
9.50	93.0	188.0	--	1.61	150.0	0.
10.00	99.5	199.5	--	1.51	150.0	0.
10.50	106.0	211.0	--	1.42	150.0	0.
11.00	112.5	222.5	--	1.42	160.0	0.
11.50	119.0	234.0	--	1.43	170.0	0.
12.00	125.5	245.5	--	1.35	170.0	0.
12.50	132.0	257.0	--	1.29	170.0	0.
13.00	138.5	268.5	--	1.23	170.0	0.
13.50	145.0	280.0	--	1.17	170.0	0.
14.00	151.5	291.5	--	1.12	170.0	0.
14.50	158.0	303.0	--	1.08	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 356 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
15.00	164.5	314.5	--	1.03	170.0	0.
15.50	171.0	326.0	--	.99	170.0	0.
16.00	177.5	337.5	--	.96	170.0	0.
16.50	184.0	349.0	--	.92	170.0	0.
17.00	190.5	360.5	--	.89	170.0	0.
17.50	197.0	372.0	--	.86	170.0	0.
18.00	203.5	383.5	--	.84	170.0	0.
18.50	210.0	395.0	--	.81	170.0	0.
19.00	216.5	406.5	--	.79	170.0	0.
19.50	223.0	418.0	--	.76	170.0	0.
20.00	229.5	429.5	--	.74	170.0	0.
20.50	236.0	441.0	--	.72	170.0	0.
21.00	242.5	452.5	--	.70	170.0	0.
21.50	249.0	464.0	--	.68	170.0	0.
22.00	255.5	475.5	--	.67	170.0	0.
22.50	262.0	487.0	--	.65	170.0	0.
23.00	268.5	498.5	--	.63	170.0	0.
23.50	275.0	510.0	--	.62	170.0	0.
24.00	281.5	521.5	--	.60	170.0	0.
24.50	288.0	533.0	--	.59	170.0	0.
25.00	294.5	544.5	--	.58	170.0	0.
25.50	301.0	556.0	--	.56	170.0	0.
26.00	307.5	567.5	--	.55	170.0	0.
26.50	314.0	579.0	--	.54	170.0	0.
27.00	320.5	590.5	--	.53	170.0	0.
27.50	327.0	602.0	--	.52	170.0	0.
28.00	333.5	613.5	--	.51	170.0	0.
28.50	340.0	625.0	--	.50	170.0	0.
29.00	346.5	636.5	--	.49	170.0	0.
29.50	353.0	648.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 357 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
30.00	359.5	659.5	--	.47	170.0	0.
30.50	366.0	671.0	--	.46	170.0	0.
31.00	372.5	682.5	--	.46	170.0	0.
31.50	379.0	694.0	--	.45	170.0	0.
32.00	385.5	705.5	--	.44	170.0	0.
32.50	392.0	717.0	--	.43	170.0	0.
33.00	398.5	728.5	--	.43	170.0	0.
33.50	405.0	740.0	--	.42	170.0	0.
34.00	411.5	751.5	--	.41	170.0	0.
34.50	418.0	763.0	--	.41	170.0	0.
35.00	424.5	774.5	--	.40	170.0	0.
35.50	431.0	786.0	--	.39	170.0	0.
36.00	437.5	797.5	--	.39	170.0	0.
36.50	444.0	809.0	--	.38	170.0	0.
37.00	450.5	820.5	--	.38	170.0	0.
37.50	457.0	832.0	--	.37	170.0	0.
38.00	463.5	843.5	--	.37	170.0	0.
38.50	470.0	855.0	--	.36	170.0	0.
39.00	476.5	866.5	--	.36	170.0	0.
39.50	483.0	878.0	--	.35	170.0	0.
40.00	489.5	889.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 358 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	53.
2.00	47.	0.	-53.	100.	76.
2.50	73.	0.	-66.	139.	103.
3.00	103.	0.	-80.	183.	131.
3.50	128.	0.	-93.	221.	157.
4.00	155.	0.	-106.	261.	184.
4.50	186.	0.	-119.	305.	212.
5.00	222.	0.	-133.	355.	244.
5.50	262.	0.	-146.	408.	277.
6.00	307.	0.	-159.	466.	312.
6.50	358.	0.	-172.	530.	351.
7.00	434.	17.	-186.	636.	419.
7.50	519.	8.	-199.	727.	467.
8.00	644.	0.	-212.	856.	534.
8.50	965.	0.	-225.	1190.	708.
9.00	1318.	0.	-239.	1557.	898.
9.50	1672.	0.	-252.	1924.	1088.
10.00	2025.	0.	-265.	2290.	1278.
10.50	2379.	0.	-278.	2657.	1468.
11.00	2738.	0.	-292.	3030.	1661.
11.50	3133.	0.	-305.	3437.	1871.
12.00	3533.	0.	-318.	3851.	2085.
12.50	3934.	0.	-331.	4265.	2298.
13.00	4334.	0.	-345.	4679.	2512.
13.50	4735.	0.	-358.	5093.	2725.
14.00	5135.	0.	-371.	5506.	2939.
14.50	5536.	0.	-384.	5920.	3152.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 359 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 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
15.00	5936.	0.	-398.	6334.	3366.
15.50	6337.	0.	-411.	6748.	3579.
16.00	6738.	0.	-424.	7162.	3793.
16.50	7138.	0.	-437.	7576.	4006.
17.00	7539.	0.	-451.	7989.	4220.
17.50	7939.	0.	-464.	8403.	4434.
18.00	8340.	0.	-477.	8817.	4647.
18.50	8740.	0.	-490.	9231.	4861.
19.00	9141.	0.	-504.	9645.	5074.
19.50	9541.	0.	-517.	10058.	5288.
20.00	9942.	0.	-530.	10472.	5501.
20.50	10343.	0.	-543.	10886.	5715.
21.00	10743.	0.	-557.	11300.	5928.
21.50	11144.	0.	-570.	11714.	6142.
22.00	11544.	0.	-583.	12127.	6355.
22.50	11945.	0.	-596.	12541.	6569.
23.00	12345.	0.	-610.	12955.	6782.
23.50	12746.	0.	-623.	13369.	6996.
24.00	13146.	0.	-636.	13783.	7209.
24.50	13547.	0.	-649.	14196.	7423.
25.00	13948.	0.	-663.	14610.	7636.
25.50	14348.	0.	-676.	15024.	7850.
26.00	14749.	0.	-689.	15438.	8064.
26.50	15149.	0.	-702.	15852.	8277.
27.00	15550.	0.	-716.	16265.	8491.
27.50	15950.	0.	-729.	16679.	8704.
28.00	16351.	0.	-742.	17093.	8918.
28.50	16751.	0.	-755.	17507.	9131.
29.00	17152.	0.	-769.	17921.	9345.
29.50	17553.	0.	-782.	18334.	9558.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 360 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE 1-4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	17953.	0.	-795.	18748.	9772.
30.50	18354.	0.	-808.	19162.	9985.
31.00	18754.	0.	-822.	19576.	10199.
31.50	19155.	0.	-835.	19990.	10412.
32.00	19555.	0.	-848.	20404.	10626.
32.50	19956.	0.	-861.	20817.	10839.
33.00	20356.	0.	-875.	21231.	11053.
33.50	20757.	0.	-888.	21645.	11266.
34.00	21158.	0.	-901.	22059.	11480.
34.50	21558.	0.	-914.	22473.	11694.
35.00	21959.	0.	-928.	22886.	11907.
35.50	22359.	0.	-941.	23300.	12121.
36.00	22760.	0.	-954.	23714.	12334.
36.50	23160.	0.	-968.	24128.	12548.
37.00	23561.	0.	-981.	24542.	12761.
37.50	23961.	0.	-994.	24955.	12975.
38.00	24362.	0.	-1007.	25369.	13188.
38.50	24763.	0.	-1021.	25783.	13402.
39.00	25163.	0.	-1034.	26197.	13615.
39.50	25564.	0.	-1047.	26611.	13829.
40.00	25964.	0.	-1060.	27024.	14042.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.6 VI CASTELRAIMONDO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' 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  
 Capacit... 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/m3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 361 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,l)  
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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 362 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 363 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 364 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

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

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  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 365 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 366 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 367 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 368 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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.
29.00	13625.	0.	-769.	14394.	7581.
29.50	14026.	0.	-782.	14808.	7795.
30.00	14427.	0.	-795.	15222.	8009.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	369 di 654

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.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.7 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1)

\*\*\* 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 Vallone SP1  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.96 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (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



**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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 370 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 371 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ate " (Incoerente) da .00 a 7.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v$$

$$K = .70 \quad \delta = 30.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 11.0 * S'v < 4300. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 7.00 a 9.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

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

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

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + \text{Sv}$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 350.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "S " (Incoerente) da 9.50 a 12.50 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 372 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
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 12.50 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 373 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
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	-
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	1.00	1.00	-
4 "S "	1.00	1.00	-

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 374 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.40	1.8	50.
1.00	9.0	19.0	--	.40	3.6	99.
1.50	13.5	28.5	--	.40	5.5	149.
2.00	18.0	38.0	--	.40	7.3	198.
2.50	22.5	47.5	--	.40	9.1	248.
3.00	27.0	57.0	--	.40	10.9	297.
3.50	31.5	66.5	--	.40	12.7	347.
4.00	36.0	76.0	--	.40	14.5	396.
4.50	40.5	85.5	--	.40	16.4	446.
5.00	45.0	95.0	--	.40	18.2	495.
5.50	49.5	104.5	--	.40	20.0	545.
6.00	54.0	114.0	--	.40	21.8	594.
6.50	58.5	123.5	--	.40	23.6	644.
7.00	63.0	133.0	--	.48	30.1	693.
7.50	68.0	143.0	350.0	.55	37.4	991.
8.00	73.0	153.0	350.0	.55	40.2	1289.
8.50	78.0	163.0	350.0	.55	42.9	1586.
9.00	83.0	173.0	350.0	.55	45.7	1884.
9.50	88.0	183.0	350.0	1.13	99.2	2182.
10.00	94.5	194.5	--	1.59	150.0	2384.
10.50	101.0	206.0	--	1.49	150.0	2586.
11.00	107.5	217.5	--	1.40	150.0	2788.
11.50	114.0	229.0	--	1.32	150.0	2990.
12.00	120.5	240.5	--	1.24	150.0	3192.
12.50	127.0	252.0	--	1.26	160.0	3394.
13.00	133.5	263.5	--	1.27	170.0	3572.
13.50	140.0	275.0	--	1.21	170.0	3751.
14.00	146.5	286.5	--	1.16	170.0	3929.
14.50	153.0	298.0	--	1.11	170.0	4108.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 375 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
15.00	159.5	309.5	--	1.07	170.0	4286.
15.50	166.0	321.0	--	1.02	170.0	4465.
16.00	172.5	332.5	--	.99	170.0	4643.
16.50	179.0	344.0	--	.95	170.0	4822.
17.00	185.5	355.5	--	.92	170.0	5000.
17.50	192.0	367.0	--	.89	170.0	5000.
18.00	198.5	378.5	--	.86	170.0	5000.
18.50	205.0	390.0	--	.83	170.0	5000.
19.00	211.5	401.5	--	.80	170.0	5000.
19.50	218.0	413.0	--	.78	170.0	5000.
20.00	224.5	424.5	--	.76	170.0	5000.
20.50	231.0	436.0	--	.74	170.0	5000.
21.00	237.5	447.5	--	.72	170.0	5000.
21.50	244.0	459.0	--	.70	170.0	5000.
22.00	250.5	470.5	--	.68	170.0	5000.
22.50	257.0	482.0	--	.66	170.0	5000.
23.00	263.5	493.5	--	.65	170.0	5000.
23.50	270.0	505.0	--	.63	170.0	5000.
24.00	276.5	516.5	--	.61	170.0	5000.
24.50	283.0	528.0	--	.60	170.0	5000.
25.00	289.5	539.5	--	.59	170.0	5000.
25.50	296.0	551.0	--	.57	170.0	5000.
26.00	302.5	562.5	--	.56	170.0	5000.
26.50	309.0	574.0	--	.55	170.0	5000.
27.00	315.5	585.5	--	.54	170.0	5000.
27.50	322.0	597.0	--	.53	170.0	5000.
28.00	328.5	608.5	--	.52	170.0	5000.
28.50	335.0	620.0	--	.51	170.0	5000.
29.00	341.5	631.5	--	.50	170.0	5000.
29.50	348.0	643.0	--	.49	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 376 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
30.00	354.5	654.5	--	.48	170.0	5000.
30.50	361.0	666.0	--	.47	170.0	5000.
31.00	367.5	677.5	--	.46	170.0	5000.
31.50	374.0	689.0	--	.45	170.0	5000.
32.00	380.5	700.5	--	.45	170.0	5000.
32.50	387.0	712.0	--	.44	170.0	5000.
33.00	393.5	723.5	--	.43	170.0	5000.
33.50	400.0	735.0	--	.43	170.0	5000.
34.00	406.5	746.5	--	.42	170.0	5000.
34.50	413.0	758.0	--	.41	170.0	5000.
35.00	419.5	769.5	--	.41	170.0	5000.
35.50	426.0	781.0	--	.40	170.0	5000.
36.00	432.5	792.5	--	.39	170.0	5000.
36.50	439.0	804.0	--	.39	170.0	5000.
37.00	445.5	815.5	--	.38	170.0	5000.
37.50	452.0	827.0	--	.38	170.0	5000.
38.00	458.5	838.5	--	.37	170.0	5000.
38.50	465.0	850.0	--	.37	170.0	5000.
39.00	471.5	861.5	--	.36	170.0	5000.
39.50	478.0	873.0	--	.36	170.0	5000.
40.00	484.5	884.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 377 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	2.	87.	4.	85.	35.
1.00	9.	175.	9.	175.	72.
1.50	19.	262.	13.	268.	111.
2.00	34.	350.	18.	367.	152.
2.50	54.	437.	22.	469.	195.
3.00	77.	525.	27.	575.	241.
3.50	105.	612.	31.	686.	289.
4.00	137.	700.	35.	802.	339.
4.50	174.	787.	40.	921.	391.
5.00	214.	875.	44.	1045.	445.
5.50	259.	962.	49.	1173.	502.
6.00	309.	1050.	53.	1305.	561.
6.50	362.	1137.	57.	1442.	622.
7.00	423.	1225.	62.	1585.	686.
7.50	505.	1751.	66.	2189.	953.
8.00	596.	2277.	71.	2803.	1224.
8.50	694.	2803.	75.	3422.	1498.
9.00	798.	3329.	80.	4048.	1775.
9.50	939.	3856.	84.	4711.	2072.
10.00	1263.	4213.	88.	5387.	2387.
10.50	1616.	4570.	93.	6093.	2719.
11.00	1969.	4927.	97.	6799.	3050.
11.50	2323.	5284.	102.	7505.	3381.
12.00	2676.	5641.	106.	8211.	3712.
12.50	3036.	5998.	110.	8923.	4046.
13.00	3430.	6313.	115.	9628.	4380.
13.50	3831.	6628.	119.	10340.	4717.
14.00	4231.	6944.	124.	11051.	5054.
14.50	4632.	7259.	128.	11763.	5391.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 378 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
15.00	5032.	7574.	133.	12474.	5728.
15.50	5433.	7890.	137.	13186.	6065.
16.00	5834.	8205.	141.	13897.	6402.
16.50	6234.	8520.	146.	14609.	6739.
17.00	6635.	8836.	150.	15320.	7076.
17.50	7035.	8836.	155.	15716.	7276.
18.00	7436.	8836.	159.	16112.	7476.
18.50	7836.	8836.	163.	16509.	7676.
19.00	8237.	8836.	168.	16905.	7876.
19.50	8637.	8836.	172.	17301.	8076.
20.00	9038.	8836.	177.	17697.	8276.
20.50	9439.	8836.	181.	18093.	8476.
21.00	9839.	8836.	186.	18489.	8676.
21.50	10240.	8836.	190.	18885.	8876.
22.00	10640.	8836.	194.	19282.	9076.
22.50	11041.	8836.	199.	19678.	9276.
23.00	11441.	8836.	203.	20074.	9476.
23.50	11842.	8836.	208.	20470.	9676.
24.00	12242.	8836.	212.	20866.	9876.
24.50	12643.	8836.	216.	21262.	10076.
25.00	13044.	8836.	221.	21658.	10276.
25.50	13444.	8836.	225.	22055.	10476.
26.00	13845.	8836.	230.	22451.	10675.
26.50	14245.	8836.	234.	22847.	10875.
27.00	14646.	8836.	239.	23243.	11075.
27.50	15046.	8836.	243.	23639.	11275.
28.00	15447.	8836.	247.	24035.	11475.
28.50	15847.	8836.	252.	24431.	11675.
29.00	16248.	8836.	256.	24827.	11875.
29.50	16649.	8836.	261.	25224.	12075.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 379 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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	17049.	8836.	265.	25620.	12275.
30.50	17450.	8836.	269.	26016.	12475.
31.00	17850.	8836.	274.	26412.	12675.
31.50	18251.	8836.	278.	26808.	12875.
32.00	18651.	8836.	283.	27204.	13075.
32.50	19052.	8836.	287.	27600.	13275.
33.00	19452.	8836.	292.	27997.	13475.
33.50	19853.	8836.	296.	28393.	13675.
34.00	20254.	8836.	300.	28789.	13875.
34.50	20654.	8836.	305.	29185.	14075.
35.00	21055.	8836.	309.	29581.	14275.
35.50	21455.	8836.	314.	29977.	14474.
36.00	21856.	8836.	318.	30373.	14674.
36.50	22256.	8836.	323.	30770.	14874.
37.00	22657.	8836.	327.	31166.	15074.
37.50	23057.	8836.	331.	31562.	15274.
38.00	23458.	8836.	336.	31958.	15474.
38.50	23859.	8836.	340.	32354.	15674.
39.00	24259.	8836.	345.	32750.	15874.
39.50	24660.	8836.	349.	33146.	16074.
40.00	25060.	8836.	353.	33542.	16274.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.8 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE P1, P2)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = 5.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.96 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 380 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 381 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ecla " (Coesivo) da .00 a 6.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 80.0 \text{ a } 105.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 6.00 a 8.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 350.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "S " (Incoerente) da 8.50 a 11.50 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 382 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
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 11.50 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 383 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	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  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 384 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
.00	.0	.0	80.0	.00	.0	720.
.50	4.5	9.5	82.1	.55	2.5	748.
1.00	9.0	19.0	84.2	.55	5.0	777.
1.50	13.5	28.5	86.3	.55	7.4	805.
2.00	18.0	38.0	88.3	.55	9.9	833.
2.50	22.5	47.5	90.4	.55	12.4	861.
3.00	27.0	57.0	92.5	.55	14.9	890.
3.50	31.5	66.5	94.6	.55	17.3	918.
4.00	36.0	76.0	96.7	.55	19.8	946.
4.50	40.5	85.5	98.8	.55	22.3	974.
5.00	45.0	95.0	100.8	.55	24.8	1003.
5.50	49.5	104.5	102.9	.55	27.2	1031.
6.00	54.0	114.0	105.0	.55	29.7	1059.
6.50	59.0	124.0	350.0	.55	32.5	1314.
7.00	64.0	134.0	350.0	.55	35.2	1569.
7.50	69.0	144.0	350.0	.55	38.0	1824.
8.00	74.0	154.0	350.0	.55	40.7	2079.
8.50	79.0	164.0	350.0	1.22	96.7	2334.
9.00	85.5	175.5	--	1.75	150.0	2519.
9.50	92.0	187.0	--	1.63	150.0	2704.
10.00	98.5	198.5	--	1.52	150.0	2889.
10.50	105.0	210.0	--	1.43	150.0	3074.
11.00	111.5	221.5	--	1.35	150.0	3260.
11.50	118.0	233.0	--	1.36	160.0	3445.
12.00	124.5	244.5	--	1.37	170.0	3617.
12.50	131.0	256.0	--	1.30	170.0	3790.
13.00	137.5	267.5	--	1.24	170.0	3963.
13.50	144.0	279.0	--	1.18	170.0	4136.
14.00	150.5	290.5	--	1.13	170.0	4309.
14.50	157.0	302.0	--	1.08	170.0	4482.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 385 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
15.00	163.5	313.5	--	1.04	170.0	4654.
15.50	170.0	325.0	--	1.00	170.0	4827.
16.00	176.5	336.5	--	.96	170.0	5000.
16.50	183.0	348.0	--	.93	170.0	5000.
17.00	189.5	359.5	--	.90	170.0	5000.
17.50	196.0	371.0	--	.87	170.0	5000.
18.00	202.5	382.5	--	.84	170.0	5000.
18.50	209.0	394.0	--	.81	170.0	5000.
19.00	215.5	405.5	--	.79	170.0	5000.
19.50	222.0	417.0	--	.77	170.0	5000.
20.00	228.5	428.5	--	.74	170.0	5000.
20.50	235.0	440.0	--	.72	170.0	5000.
21.00	241.5	451.5	--	.70	170.0	5000.
21.50	248.0	463.0	--	.69	170.0	5000.
22.00	254.5	474.5	--	.67	170.0	5000.
22.50	261.0	486.0	--	.65	170.0	5000.
23.00	267.5	497.5	--	.64	170.0	5000.
23.50	274.0	509.0	--	.62	170.0	5000.
24.00	280.5	520.5	--	.61	170.0	5000.
24.50	287.0	532.0	--	.59	170.0	5000.
25.00	293.5	543.5	--	.58	170.0	5000.
25.50	300.0	555.0	--	.57	170.0	5000.
26.00	306.5	566.5	--	.55	170.0	5000.
26.50	313.0	578.0	--	.54	170.0	5000.
27.00	319.5	589.5	--	.53	170.0	5000.
27.50	326.0	601.0	--	.52	170.0	5000.
28.00	332.5	612.5	--	.51	170.0	5000.
28.50	339.0	624.0	--	.50	170.0	5000.
29.00	345.5	635.5	--	.49	170.0	5000.
29.50	352.0	647.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 386 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
30.00	358.5	658.5	--	.47	170.0	5000.
30.50	365.0	670.0	--	.47	170.0	5000.
31.00	371.5	681.5	--	.46	170.0	5000.
31.50	378.0	693.0	--	.45	170.0	5000.
32.00	384.5	704.5	--	.44	170.0	5000.
32.50	391.0	716.0	--	.43	170.0	5000.
33.00	397.5	727.5	--	.43	170.0	5000.
33.50	404.0	739.0	--	.42	170.0	5000.
34.00	410.5	750.5	--	.41	170.0	5000.
34.50	417.0	762.0	--	.41	170.0	5000.
35.00	423.5	773.5	--	.40	170.0	5000.
35.50	430.0	785.0	--	.40	170.0	5000.
36.00	436.5	796.5	--	.39	170.0	5000.
36.50	443.0	808.0	--	.38	170.0	5000.
37.00	449.5	819.5	--	.38	170.0	5000.
37.50	456.0	831.0	--	.37	170.0	5000.
38.00	462.5	842.5	--	.37	170.0	5000.
38.50	469.0	854.0	--	.36	170.0	5000.
39.00	475.5	865.5	--	.36	170.0	5000.
39.50	482.0	877.0	--	.35	170.0	5000.
40.00	488.5	888.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 387 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
.00	0.	1272.	0.	1272.	553.
.50	3.	1322.	4.	1321.	572.
1.00	12.	1372.	9.	1375.	594.
1.50	26.	1422.	13.	1435.	618.
2.00	47.	1472.	18.	1501.	646.
2.50	73.	1522.	22.	1573.	677.
3.00	105.	1572.	27.	1650.	710.
3.50	143.	1622.	31.	1734.	747.
4.00	187.	1672.	35.	1823.	787.
4.50	236.	1722.	40.	1918.	829.
5.00	292.	1772.	44.	2019.	875.
5.50	353.	1821.	49.	2126.	923.
6.00	420.	1871.	53.	2238.	975.
6.50	493.	2322.	57.	2758.	1204.
7.00	573.	2773.	62.	3284.	1436.
7.50	659.	3223.	66.	3816.	1671.
8.00	752.	3674.	71.	4355.	1910.
8.50	882.	4125.	75.	4932.	2168.
9.00	1204.	4452.	80.	5576.	2470.
9.50	1558.	4779.	84.	6252.	2788.
10.00	1911.	5106.	88.	6929.	3107.
10.50	2264.	5433.	93.	7605.	3425.
11.00	2618.	5760.	97.	8281.	3743.
11.50	2977.	6087.	102.	8963.	4064.
12.00	3372.	6393.	106.	9658.	4394.
12.50	3772.	6698.	110.	10360.	4726.
13.00	4173.	7003.	115.	11062.	5059.
13.50	4574.	7309.	119.	11763.	5392.
14.00	4974.	7614.	124.	12465.	5725.
14.50	5375.	7920.	128.	13166.	6057.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 388 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
15.00	5775.	8225.	133.	13868.	6390.
15.50	6176.	8530.	137.	14569.	6723.
16.00	6576.	8836.	141.	15271.	7056.
16.50	6977.	8836.	146.	15667.	7255.
17.00	7377.	8836.	150.	16063.	7455.
17.50	7778.	8836.	155.	16459.	7655.
18.00	8179.	8836.	159.	16855.	7855.
18.50	8579.	8836.	163.	17251.	8055.
19.00	8980.	8836.	168.	17647.	8255.
19.50	9380.	8836.	172.	18044.	8455.
20.00	9781.	8836.	177.	18440.	8655.
20.50	10181.	8836.	181.	18836.	8855.
21.00	10582.	8836.	186.	19232.	9055.
21.50	10982.	8836.	190.	19628.	9255.
22.00	11383.	8836.	194.	20024.	9455.
22.50	11784.	8836.	199.	20420.	9655.
23.00	12184.	8836.	203.	20817.	9855.
23.50	12585.	8836.	208.	21213.	10055.
24.00	12985.	8836.	212.	21609.	10255.
24.50	13386.	8836.	216.	22005.	10455.
25.00	13786.	8836.	221.	22401.	10655.
25.50	14187.	8836.	225.	22797.	10854.
26.00	14587.	8836.	230.	23193.	11054.
26.50	14988.	8836.	234.	23590.	11254.
27.00	15388.	8836.	239.	23986.	11454.
27.50	15789.	8836.	243.	24382.	11654.
28.00	16190.	8836.	247.	24778.	11854.
28.50	16590.	8836.	252.	25174.	12054.
29.00	16991.	8836.	256.	25570.	12254.
29.50	17391.	8836.	261.	25966.	12454.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 389 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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	17792.	8836.	265.	26362.	12654.
30.50	18192.	8836.	269.	26759.	12854.
31.00	18593.	8836.	274.	27155.	13054.
31.50	18993.	8836.	278.	27551.	13254.
32.00	19394.	8836.	283.	27947.	13454.
32.50	19795.	8836.	287.	28343.	13654.
33.00	20195.	8836.	292.	28739.	13854.
33.50	20596.	8836.	296.	29135.	14054.
34.00	20996.	8836.	300.	29532.	14254.
34.50	21397.	8836.	305.	29928.	14454.
35.00	21797.	8836.	309.	30324.	14653.
35.50	22198.	8836.	314.	30720.	14853.
36.00	22598.	8836.	318.	31116.	15053.
36.50	22999.	8836.	323.	31512.	15253.
37.00	23400.	8836.	327.	31908.	15453.
37.50	23800.	8836.	331.	32305.	15653.
38.00	24201.	8836.	336.	32701.	15853.
38.50	24601.	8836.	340.	33097.	16053.
39.00	25002.	8836.	345.	33493.	16253.
39.50	25402.	8836.	349.	33889.	16453.
40.00	25803.	8836.	353.	34285.	16653.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.9 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2+P3+P4)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.96 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 390 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 391 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da .00 a 17.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 80.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 17.00 a 19.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 350.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "S " (Incoerente) da 19.50 a 22.50 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 392 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
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 22.50 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 393 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	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  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 394 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
.00	.0	.0	80.0	.00	.0	720.
.50	4.5	9.5	82.1	.55	2.5	748.
1.00	9.0	19.0	84.1	.55	5.0	776.
1.50	13.5	28.5	86.2	.55	7.4	804.
2.00	18.0	38.0	88.2	.55	9.9	832.
2.50	22.5	47.5	90.3	.55	12.4	860.
3.00	27.0	57.0	92.4	.55	14.9	888.
3.50	31.5	66.5	94.4	.55	17.3	916.
4.00	36.0	76.0	96.5	.55	19.8	944.
4.50	40.5	85.5	98.5	.55	22.3	972.
5.00	45.0	95.0	100.6	.55	24.8	1000.
5.50	49.5	104.5	102.6	.55	27.2	1028.
6.00	54.0	114.0	104.7	.55	29.7	1056.
6.50	58.5	123.5	106.8	.55	32.2	1084.
7.00	63.0	133.0	108.8	.55	34.7	1112.
7.50	67.5	142.5	110.9	.55	37.1	1140.
8.00	72.0	152.0	112.9	.55	39.6	1168.
8.50	76.5	161.5	115.0	.55	42.1	1197.
9.00	81.0	171.0	117.1	.55	44.5	1225.
9.50	85.5	180.5	119.1	.55	47.0	1253.
10.00	90.0	190.0	121.2	.54	48.5	1281.
10.50	94.5	199.5	123.2	.52	49.3	1309.
11.00	99.0	209.0	125.3	.51	50.1	1337.
11.50	103.5	218.5	127.4	.49	50.9	1365.
12.00	108.0	228.0	129.4	.48	51.8	1393.
12.50	112.5	237.5	131.5	.47	52.6	1421.
13.00	117.0	247.0	133.5	.46	53.4	1449.
13.50	121.5	256.5	135.6	.45	54.2	1477.
14.00	126.0	266.0	137.6	.44	55.1	1505.
14.50	130.5	275.5	139.7	.43	55.9	1533.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 395 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
15.00	135.0	285.0	141.8	.42	56.7	1561.
15.50	139.5	294.5	143.8	.41	57.5	1589.
16.00	144.0	304.0	145.9	.41	58.4	1617.
16.50	148.5	313.5	147.9	.40	59.2	1645.
17.00	153.0	323.0	150.0	.47	72.1	1673.
17.50	158.0	333.0	350.0	.55	86.9	1883.
18.00	163.0	343.0	350.0	.55	89.7	2093.
18.50	168.0	353.0	350.0	.55	92.4	2303.
19.00	173.0	363.0	350.0	.55	95.2	2513.
19.50	178.0	373.0	350.0	.70	123.9	2723.
20.00	184.5	384.5	--	.81	150.0	2865.
20.50	191.0	396.0	--	.79	150.0	3007.
21.00	197.5	407.5	--	.76	150.0	3149.
21.50	204.0	419.0	--	.74	150.0	3291.
22.00	210.5	430.5	--	.71	150.0	3432.
22.50	217.0	442.0	--	.74	160.0	3574.
23.00	223.5	453.5	--	.76	170.0	3733.
23.50	230.0	465.0	--	.74	170.0	3891.
24.00	236.5	476.5	--	.72	170.0	4050.
24.50	243.0	488.0	--	.70	170.0	4208.
25.00	249.5	499.5	--	.68	170.0	4366.
25.50	256.0	511.0	--	.66	170.0	4525.
26.00	262.5	522.5	--	.65	170.0	4683.
26.50	269.0	534.0	--	.63	170.0	4842.
27.00	275.5	545.5	--	.62	170.0	5000.
27.50	282.0	557.0	--	.60	170.0	5000.
28.00	288.5	568.5	--	.59	170.0	5000.
28.50	295.0	580.0	--	.58	170.0	5000.
29.00	301.5	591.5	--	.56	170.0	5000.
29.50	308.0	603.0	--	.55	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 396 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
30.00	314.5	614.5	--	.54	170.0	5000.
30.50	321.0	626.0	--	.53	170.0	5000.
31.00	327.5	637.5	--	.52	170.0	5000.
31.50	334.0	649.0	--	.51	170.0	5000.
32.00	340.5	660.5	--	.50	170.0	5000.
32.50	347.0	672.0	--	.49	170.0	5000.
33.00	353.5	683.5	--	.48	170.0	5000.
33.50	360.0	695.0	--	.47	170.0	5000.
34.00	366.5	706.5	--	.46	170.0	5000.
34.50	373.0	718.0	--	.46	170.0	5000.
35.00	379.5	729.5	--	.45	170.0	5000.
35.50	386.0	741.0	--	.44	170.0	5000.
36.00	392.5	752.5	--	.43	170.0	5000.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	5000.
37.00	405.5	775.5	--	.42	170.0	5000.
37.50	412.0	787.0	--	.41	170.0	5000.
38.00	418.5	798.5	--	.41	170.0	5000.
38.50	425.0	810.0	--	.40	170.0	5000.
39.00	431.5	821.5	--	.39	170.0	5000.
39.50	438.0	833.0	--	.39	170.0	5000.
40.00	444.5	844.5	--	.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)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 397 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
.00	0.	1272.	0.	1272.	553.
.50	3.	1322.	4.	1320.	572.
1.00	12.	1371.	9.	1374.	593.
1.50	26.	1421.	13.	1434.	618.
2.00	47.	1470.	18.	1499.	645.
2.50	73.	1520.	22.	1571.	676.
3.00	105.	1570.	27.	1648.	709.
3.50	143.	1619.	31.	1731.	746.
4.00	187.	1669.	35.	1820.	785.
4.50	236.	1718.	40.	1915.	828.
5.00	292.	1768.	44.	2015.	873.
5.50	353.	1817.	49.	2121.	921.
6.00	420.	1867.	53.	2234.	973.
6.50	493.	1916.	57.	2352.	1027.
7.00	571.	1966.	62.	2475.	1084.
7.50	656.	2015.	66.	2605.	1145.
8.00	746.	2065.	71.	2741.	1208.
8.50	843.	2114.	75.	2882.	1274.
9.00	945.	2164.	80.	3029.	1343.
9.50	1053.	2213.	84.	3182.	1415.
10.00	1165.	2263.	88.	3340.	1490.
10.50	1281.	2313.	93.	3500.	1566.
11.00	1398.	2362.	97.	3663.	1643.
11.50	1517.	2412.	102.	3827.	1721.
12.00	1638.	2461.	106.	3993.	1800.
12.50	1761.	2511.	110.	4161.	1879.
13.00	1886.	2560.	115.	4331.	1960.
13.50	2012.	2610.	119.	4503.	2042.
14.00	2141.	2659.	124.	4677.	2125.
14.50	2272.	2709.	128.	4853.	2209.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 398 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
15.00	2405.	2758.	133.	5030.	2294.
15.50	2539.	2808.	137.	5210.	2379.
16.00	2676.	2857.	141.	5392.	2466.
16.50	2814.	2907.	146.	5575.	2554.
17.00	2962.	2956.	150.	5768.	2646.
17.50	3156.	3328.	155.	6329.	2902.
18.00	3364.	3699.	159.	6904.	3165.
18.50	3578.	4070.	163.	7485.	3432.
19.00	3799.	4441.	168.	8072.	3701.
19.50	4042.	4812.	172.	8682.	3982.
20.00	4380.	5063.	177.	9266.	4259.
20.50	4734.	5313.	181.	9866.	4544.
21.00	5087.	5564.	186.	10466.	4829.
21.50	5441.	5815.	190.	11066.	5114.
22.00	5794.	6066.	194.	11665.	5399.
22.50	6153.	6316.	199.	12271.	5687.
23.00	6548.	6596.	203.	12941.	6006.
23.50	6949.	6876.	208.	13617.	6327.
24.00	7349.	7156.	212.	14293.	6649.
24.50	7750.	7436.	216.	14969.	6971.
25.00	8150.	7716.	221.	15645.	7292.
25.50	8551.	7996.	225.	16321.	7614.
26.00	8951.	8276.	230.	16997.	7935.
26.50	9352.	8556.	234.	17674.	8257.
27.00	9752.	8836.	239.	18350.	8579.
27.50	10153.	8836.	243.	18746.	8779.
28.00	10554.	8836.	247.	19142.	8979.
28.50	10954.	8836.	252.	19538.	9179.
29.00	11355.	8836.	256.	19934.	9379.
29.50	11755.	8836.	261.	20330.	9579.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 399 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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	12156.	8836.	265.	20726.	9778.
30.50	12556.	8836.	269.	21123.	9978.
31.00	12957.	8836.	274.	21519.	10178.
31.50	13357.	8836.	278.	21915.	10378.
32.00	13758.	8836.	283.	22311.	10578.
32.50	14159.	8836.	287.	22707.	10778.
33.00	14559.	8836.	292.	23103.	10978.
33.50	14960.	8836.	296.	23499.	11178.
34.00	15360.	8836.	300.	23895.	11378.
34.50	15761.	8836.	305.	24292.	11578.
35.00	16161.	8836.	309.	24688.	11778.
35.50	16562.	8836.	314.	25084.	11978.
36.00	16962.	8836.	318.	25480.	12178.
36.50	17363.	8836.	323.	25876.	12378.
37.00	17763.	8836.	327.	26272.	12578.
37.50	18164.	8836.	331.	26668.	12778.
38.00	18565.	8836.	336.	27065.	12978.
38.50	18965.	8836.	340.	27461.	13178.
39.00	19366.	8836.	345.	27857.	13377.
39.50	19766.	8836.	349.	28253.	13577.
40.00	20167.	8836.	353.	28649.	13777.

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 =  $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.10 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE) STRATIGRAFIA 1 (SPALLA 1)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 400 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,l)  
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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 401 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
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 " (Incoerente) da .00 a 7.00 m

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

Tau = K \* tan(delta) \* S'v  
K = .50 delta = 30.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 7.00 a 9.50 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 350.0 a 350.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 9.50 a 12.50 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 402 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
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 12.50 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 403 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 404 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.29	1.3	0.
1.00	9.0	19.0	--	.29	2.6	0.
1.50	13.5	28.5	--	.29	3.9	0.
2.00	18.0	38.0	--	.29	5.2	0.
2.50	22.5	47.5	--	.29	6.5	0.
3.00	27.0	57.0	--	.29	7.8	0.
3.50	31.5	66.5	--	.29	9.1	0.
4.00	36.0	76.0	--	.29	10.4	0.
4.50	40.5	85.5	--	.29	11.7	0.
5.00	45.0	95.0	--	.29	13.0	0.
5.50	49.5	104.5	--	.29	14.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.29	15.6	0.
6.50	58.5	123.5	--	.29	16.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.42	26.4	0.
7.50	68.0	143.0	350.0	.55	37.4	0.
8.00	73.0	153.0	350.0	.55	40.2	0.
8.50	78.0	163.0	350.0	.55	42.9	0.
9.00	83.0	173.0	350.0	.55	45.7	0.
9.50	88.0	183.0	350.0	1.13	99.2	0.
10.00	94.5	194.5	--	1.59	150.0	0.
10.50	101.0	206.0	--	1.49	150.0	0.
11.00	107.5	217.5	--	1.40	150.0	0.
11.50	114.0	229.0	--	1.32	150.0	0.
12.00	120.5	240.5	--	1.24	150.0	0.
12.50	127.0	252.0	--	1.26	160.0	0.
13.00	133.5	263.5	--	1.27	170.0	0.
13.50	140.0	275.0	--	1.21	170.0	0.
14.00	146.5	286.5	--	1.16	170.0	0.
14.50	153.0	298.0	--	1.11	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 405 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
15.00	159.5	309.5	--	1.07	170.0	0.
15.50	166.0	321.0	--	1.02	170.0	0.
16.00	172.5	332.5	--	.99	170.0	0.
16.50	179.0	344.0	--	.95	170.0	0.
17.00	185.5	355.5	--	.92	170.0	0.
17.50	192.0	367.0	--	.89	170.0	0.
18.00	198.5	378.5	--	.86	170.0	0.
18.50	205.0	390.0	--	.83	170.0	0.
19.00	211.5	401.5	--	.80	170.0	0.
19.50	218.0	413.0	--	.78	170.0	0.
20.00	224.5	424.5	--	.76	170.0	0.
20.50	231.0	436.0	--	.74	170.0	0.
21.00	237.5	447.5	--	.72	170.0	0.
21.50	244.0	459.0	--	.70	170.0	0.
22.00	250.5	470.5	--	.68	170.0	0.
22.50	257.0	482.0	--	.66	170.0	0.
23.00	263.5	493.5	--	.65	170.0	0.
23.50	270.0	505.0	--	.63	170.0	0.
24.00	276.5	516.5	--	.61	170.0	0.
24.50	283.0	528.0	--	.60	170.0	0.
25.00	289.5	539.5	--	.59	170.0	0.
25.50	296.0	551.0	--	.57	170.0	0.
26.00	302.5	562.5	--	.56	170.0	0.
26.50	309.0	574.0	--	.55	170.0	0.
27.00	315.5	585.5	--	.54	170.0	0.
27.50	322.0	597.0	--	.53	170.0	0.
28.00	328.5	608.5	--	.52	170.0	0.
28.50	335.0	620.0	--	.51	170.0	0.
29.00	341.5	631.5	--	.50	170.0	0.
29.50	348.0	643.0	--	.49	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 406 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
30.00	354.5	654.5	--	.48	170.0	0.
30.50	361.0	666.0	--	.47	170.0	0.
31.00	367.5	677.5	--	.46	170.0	0.
31.50	374.0	689.0	--	.45	170.0	0.
32.00	380.5	700.5	--	.45	170.0	0.
32.50	387.0	712.0	--	.44	170.0	0.
33.00	393.5	723.5	--	.43	170.0	0.
33.50	400.0	735.0	--	.43	170.0	0.
34.00	406.5	746.5	--	.42	170.0	0.
34.50	413.0	758.0	--	.41	170.0	0.
35.00	419.5	769.5	--	.41	170.0	0.
35.50	426.0	781.0	--	.40	170.0	0.
36.00	432.5	792.5	--	.39	170.0	0.
36.50	439.0	804.0	--	.39	170.0	0.
37.00	445.5	815.5	--	.38	170.0	0.
37.50	452.0	827.0	--	.38	170.0	0.
38.00	458.5	838.5	--	.37	170.0	0.
38.50	465.0	850.0	--	.37	170.0	0.
39.00	471.5	861.5	--	.36	170.0	0.
39.50	478.0	873.0	--	.36	170.0	0.
40.00	484.5	884.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 407 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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	2.	0.	-13.	15.	14.
1.00	6.	0.	-27.	33.	29.
1.50	14.	0.	-40.	54.	46.
2.00	24.	0.	-53.	78.	65.
2.50	38.	0.	-66.	105.	84.
3.00	55.	0.	-80.	135.	105.
3.50	75.	0.	-93.	168.	128.
4.00	98.	0.	-106.	204.	152.
4.50	124.	0.	-119.	243.	177.
5.00	153.	0.	-133.	286.	204.
5.50	185.	0.	-146.	331.	233.
6.00	220.	0.	-159.	379.	263.
6.50	259.	0.	-172.	431.	294.
7.00	305.	0.	-186.	490.	329.
7.50	385.	0.	-199.	584.	379.
8.00	476.	0.	-212.	688.	436.
8.50	574.	0.	-225.	799.	495.
9.00	678.	0.	-239.	917.	557.
9.50	819.	0.	-252.	1071.	636.
10.00	1143.	0.	-265.	1408.	801.
10.50	1496.	0.	-278.	1774.	981.
11.00	1849.	0.	-292.	2141.	1160.
11.50	2203.	0.	-305.	2508.	1339.
12.00	2556.	0.	-318.	2874.	1518.
12.50	2916.	0.	-331.	3247.	1700.
13.00	3310.	0.	-345.	3655.	1899.
13.50	3711.	0.	-358.	4069.	2100.
14.00	4111.	0.	-371.	4482.	2301.
14.50	4512.	0.	-384.	4896.	2503.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 408 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
15.00	4913.	0.	-398.	5310.	2704.
15.50	5313.	0.	-411.	5724.	2905.
16.00	5714.	0.	-424.	6138.	3107.
16.50	6114.	0.	-437.	6552.	3308.
17.00	6515.	0.	-451.	6965.	3509.
17.50	6915.	0.	-464.	7379.	3710.
18.00	7316.	0.	-477.	7793.	3912.
18.50	7716.	0.	-490.	8207.	4113.
19.00	8117.	0.	-504.	8621.	4314.
19.50	8517.	0.	-517.	9034.	4516.
20.00	8918.	0.	-530.	9448.	4717.
20.50	9319.	0.	-543.	9862.	4918.
21.00	9719.	0.	-557.	10276.	5120.
21.50	10120.	0.	-570.	10690.	5321.
22.00	10520.	0.	-583.	11103.	5522.
22.50	10921.	0.	-596.	11517.	5724.
23.00	11321.	0.	-610.	11931.	5925.
23.50	11722.	0.	-623.	12345.	6126.
24.00	12122.	0.	-636.	12759.	6327.
24.50	12523.	0.	-649.	13172.	6529.
25.00	12924.	0.	-663.	13586.	6730.
25.50	13324.	0.	-676.	14000.	6931.
26.00	13725.	0.	-689.	14414.	7133.
26.50	14125.	0.	-702.	14828.	7334.
27.00	14526.	0.	-716.	15241.	7535.
27.50	14926.	0.	-729.	15655.	7737.
28.00	15327.	0.	-742.	16069.	7938.
28.50	15727.	0.	-755.	16483.	8139.
29.00	16128.	0.	-769.	16897.	8341.
29.50	16529.	0.	-782.	17310.	8542.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 409 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1  
 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
30.00	16929.	0.	-795.	17724.	8743.
30.50	17330.	0.	-808.	18138.	8944.
31.00	17730.	0.	-822.	18552.	9146.
31.50	18131.	0.	-835.	18966.	9347.
32.00	18531.	0.	-848.	19380.	9548.
32.50	18932.	0.	-861.	19793.	9750.
33.00	19332.	0.	-875.	20207.	9951.
33.50	19733.	0.	-888.	20621.	10152.
34.00	20134.	0.	-901.	21035.	10354.
34.50	20534.	0.	-914.	21449.	10555.
35.00	20935.	0.	-928.	21862.	10756.
35.50	21335.	0.	-941.	22276.	10958.
36.00	21736.	0.	-954.	22690.	11159.
36.50	22136.	0.	-968.	23104.	11360.
37.00	22537.	0.	-981.	23518.	11561.
37.50	22937.	0.	-994.	23931.	11763.
38.00	23338.	0.	-1007.	24345.	11964.
38.50	23739.	0.	-1021.	24759.	12165.
39.00	24139.	0.	-1034.	25173.	12367.
39.50	24540.	0.	-1047.	25587.	12568.
40.00	24940.	0.	-1060.	26000.	12769.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.11 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE P1, P2)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 410 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,l)  
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 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 412 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
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 11.50 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 413 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	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  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 414 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
.00	.0	.0	80.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	82.1	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	84.2	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	86.3	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	88.3	.55	9.9	0.
2.50	22.5	47.5	90.4	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	92.5	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	94.6	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	96.7	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	98.8	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	100.8	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	102.9	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	105.0	.55	29.7	0.
6.50	59.0	124.0	350.0	.55	32.5	0.
7.00	64.0	134.0	350.0	.55	35.2	0.
7.50	69.0	144.0	350.0	.55	38.0	0.
8.00	74.0	154.0	350.0	.55	40.7	0.
8.50	79.0	164.0	350.0	1.22	96.7	0.
9.00	85.5	175.5	--	1.75	150.0	0.
9.50	92.0	187.0	--	1.63	150.0	0.
10.00	98.5	198.5	--	1.52	150.0	0.
10.50	105.0	210.0	--	1.43	150.0	0.
11.00	111.5	221.5	--	1.35	150.0	0.
11.50	118.0	233.0	--	1.36	160.0	0.
12.00	124.5	244.5	--	1.37	170.0	0.
12.50	131.0	256.0	--	1.30	170.0	0.
13.00	137.5	267.5	--	1.24	170.0	0.
13.50	144.0	279.0	--	1.18	170.0	0.
14.00	150.5	290.5	--	1.13	170.0	0.
14.50	157.0	302.0	--	1.08	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 415 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
15.00	163.5	313.5	--	1.04	170.0	0.
15.50	170.0	325.0	--	1.00	170.0	0.
16.00	176.5	336.5	--	.96	170.0	0.
16.50	183.0	348.0	--	.93	170.0	0.
17.00	189.5	359.5	--	.90	170.0	0.
17.50	196.0	371.0	--	.87	170.0	0.
18.00	202.5	382.5	--	.84	170.0	0.
18.50	209.0	394.0	--	.81	170.0	0.
19.00	215.5	405.5	--	.79	170.0	0.
19.50	222.0	417.0	--	.77	170.0	0.
20.00	228.5	428.5	--	.74	170.0	0.
20.50	235.0	440.0	--	.72	170.0	0.
21.00	241.5	451.5	--	.70	170.0	0.
21.50	248.0	463.0	--	.69	170.0	0.
22.00	254.5	474.5	--	.67	170.0	0.
22.50	261.0	486.0	--	.65	170.0	0.
23.00	267.5	497.5	--	.64	170.0	0.
23.50	274.0	509.0	--	.62	170.0	0.
24.00	280.5	520.5	--	.61	170.0	0.
24.50	287.0	532.0	--	.59	170.0	0.
25.00	293.5	543.5	--	.58	170.0	0.
25.50	300.0	555.0	--	.57	170.0	0.
26.00	306.5	566.5	--	.55	170.0	0.
26.50	313.0	578.0	--	.54	170.0	0.
27.00	319.5	589.5	--	.53	170.0	0.
27.50	326.0	601.0	--	.52	170.0	0.
28.00	332.5	612.5	--	.51	170.0	0.
28.50	339.0	624.0	--	.50	170.0	0.
29.00	345.5	635.5	--	.49	170.0	0.
29.50	352.0	647.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 416 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
30.00	358.5	658.5	--	.47	170.0	0.
30.50	365.0	670.0	--	.47	170.0	0.
31.00	371.5	681.5	--	.46	170.0	0.
31.50	378.0	693.0	--	.45	170.0	0.
32.00	384.5	704.5	--	.44	170.0	0.
32.50	391.0	716.0	--	.43	170.0	0.
33.00	397.5	727.5	--	.43	170.0	0.
33.50	404.0	739.0	--	.42	170.0	0.
34.00	410.5	750.5	--	.41	170.0	0.
34.50	417.0	762.0	--	.41	170.0	0.
35.00	423.5	773.5	--	.40	170.0	0.
35.50	430.0	785.0	--	.40	170.0	0.
36.00	436.5	796.5	--	.39	170.0	0.
36.50	443.0	808.0	--	.38	170.0	0.
37.00	449.5	819.5	--	.38	170.0	0.
37.50	456.0	831.0	--	.37	170.0	0.
38.00	462.5	842.5	--	.37	170.0	0.
38.50	469.0	854.0	--	.36	170.0	0.
39.00	475.5	865.5	--	.36	170.0	0.
39.50	482.0	877.0	--	.35	170.0	0.
40.00	488.5	888.5	--	.35	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 417 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	573.	0.	-186.	758.	454.
7.50	659.	0.	-199.	858.	508.
8.00	752.	0.	-212.	964.	565.
8.50	882.	0.	-225.	1107.	639.
9.00	1204.	0.	-239.	1443.	804.
9.50	1558.	0.	-252.	1809.	983.
10.00	1911.	0.	-265.	2176.	1162.
10.50	2264.	0.	-278.	2543.	1341.
11.00	2618.	0.	-292.	2909.	1521.
11.50	2977.	0.	-305.	3282.	1703.
12.00	3372.	0.	-318.	3690.	1901.
12.50	3772.	0.	-331.	4104.	2102.
13.00	4173.	0.	-345.	4518.	2304.
13.50	4574.	0.	-358.	4931.	2505.
14.00	4974.	0.	-371.	5345.	2706.
14.50	5375.	0.	-384.	5759.	2908.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 418 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
15.00	5775.	0.	-398.	6173.	3109.
15.50	6176.	0.	-411.	6587.	3310.
16.00	6576.	0.	-424.	7000.	3512.
16.50	6977.	0.	-437.	7414.	3713.
17.00	7377.	0.	-451.	7828.	3914.
17.50	7778.	0.	-464.	8242.	4116.
18.00	8179.	0.	-477.	8656.	4317.
18.50	8579.	0.	-490.	9069.	4518.
19.00	8980.	0.	-504.	9483.	4719.
19.50	9380.	0.	-517.	9897.	4921.
20.00	9781.	0.	-530.	10311.	5122.
20.50	10181.	0.	-543.	10725.	5323.
21.00	10582.	0.	-557.	11138.	5525.
21.50	10982.	0.	-570.	11552.	5726.
22.00	11383.	0.	-583.	11966.	5927.
22.50	11784.	0.	-596.	12380.	6129.
23.00	12184.	0.	-610.	12794.	6330.
23.50	12585.	0.	-623.	13208.	6531.
24.00	12985.	0.	-636.	13621.	6732.
24.50	13386.	0.	-649.	14035.	6934.
25.00	13786.	0.	-663.	14449.	7135.
25.50	14187.	0.	-676.	14863.	7336.
26.00	14587.	0.	-689.	15277.	7538.
26.50	14988.	0.	-702.	15690.	7739.
27.00	15388.	0.	-716.	16104.	7940.
27.50	15789.	0.	-729.	16518.	8142.
28.00	16190.	0.	-742.	16932.	8343.
28.50	16590.	0.	-755.	17346.	8544.
29.00	16991.	0.	-769.	17759.	8746.
29.50	17391.	0.	-782.	18173.	8947.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 419 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone P1+P2  
 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
30.00	17792.	0.	-795.	18587.	9148.
30.50	18192.	0.	-808.	19001.	9349.
31.00	18593.	0.	-822.	19415.	9551.
31.50	18993.	0.	-835.	19828.	9752.
32.00	19394.	0.	-848.	20242.	9953.
32.50	19795.	0.	-861.	20656.	10155.
33.00	20195.	0.	-875.	21070.	10356.
33.50	20596.	0.	-888.	21484.	10557.
34.00	20996.	0.	-901.	21897.	10759.
34.50	21397.	0.	-914.	22311.	10960.
35.00	21797.	0.	-928.	22725.	11161.
35.50	22198.	0.	-941.	23139.	11363.
36.00	22598.	0.	-954.	23553.	11564.
36.50	22999.	0.	-968.	23967.	11765.
37.00	23400.	0.	-981.	24380.	11966.
37.50	23800.	0.	-994.	24794.	12168.
38.00	24201.	0.	-1007.	25208.	12369.
38.50	24601.	0.	-1021.	25622.	12570.
39.00	25002.	0.	-1034.	26036.	12772.
39.50	25402.	0.	-1047.	26449.	12973.
40.00	25803.	0.	-1060.	26863.	13174.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.12 VI VALLONE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 3 (SPALLA 2+P3+P4)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 420 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 421 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da .00 a 17.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 80.0 a 150.0 kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 17.00 a 19.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 350.0 a 350.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 19.50 a 22.50 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 422 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
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 22.50 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 423 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	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  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 424 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
.00	.0	.0	80.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	82.1	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	84.1	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	86.2	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	88.2	.55	9.9	0.
2.50	22.5	47.5	90.3	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	92.4	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	94.4	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	96.5	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	98.5	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	100.6	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	102.6	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	104.7	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	106.8	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	108.8	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	110.9	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	112.9	.55	39.6	0.
8.50	76.5	161.5	115.0	.55	42.1	0.
9.00	81.0	171.0	117.1	.55	44.5	0.
9.50	85.5	180.5	119.1	.55	47.0	0.
10.00	90.0	190.0	121.2	.54	48.5	0.
10.50	94.5	199.5	123.2	.52	49.3	0.
11.00	99.0	209.0	125.3	.51	50.1	0.
11.50	103.5	218.5	127.4	.49	50.9	0.
12.00	108.0	228.0	129.4	.48	51.8	0.
12.50	112.5	237.5	131.5	.47	52.6	0.
13.00	117.0	247.0	133.5	.46	53.4	0.
13.50	121.5	256.5	135.6	.45	54.2	0.
14.00	126.0	266.0	137.6	.44	55.1	0.
14.50	130.5	275.5	139.7	.43	55.9	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 425 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
15.00	135.0	285.0	141.8	.42	56.7	0.
15.50	139.5	294.5	143.8	.41	57.5	0.
16.00	144.0	304.0	145.9	.41	58.4	0.
16.50	148.5	313.5	147.9	.40	59.2	0.
17.00	153.0	323.0	150.0	.47	72.1	0.
17.50	158.0	333.0	350.0	.55	86.9	0.
18.00	163.0	343.0	350.0	.55	89.7	0.
18.50	168.0	353.0	350.0	.55	92.4	0.
19.00	173.0	363.0	350.0	.55	95.2	0.
19.50	178.0	373.0	350.0	.70	123.9	0.
20.00	184.5	384.5	--	.81	150.0	0.
20.50	191.0	396.0	--	.79	150.0	0.
21.00	197.5	407.5	--	.76	150.0	0.
21.50	204.0	419.0	--	.74	150.0	0.
22.00	210.5	430.5	--	.71	150.0	0.
22.50	217.0	442.0	--	.74	160.0	0.
23.00	223.5	453.5	--	.76	170.0	0.
23.50	230.0	465.0	--	.74	170.0	0.
24.00	236.5	476.5	--	.72	170.0	0.
24.50	243.0	488.0	--	.70	170.0	0.
25.00	249.5	499.5	--	.68	170.0	0.
25.50	256.0	511.0	--	.66	170.0	0.
26.00	262.5	522.5	--	.65	170.0	0.
26.50	269.0	534.0	--	.63	170.0	0.
27.00	275.5	545.5	--	.62	170.0	0.
27.50	282.0	557.0	--	.60	170.0	0.
28.00	288.5	568.5	--	.59	170.0	0.
28.50	295.0	580.0	--	.58	170.0	0.
29.00	301.5	591.5	--	.56	170.0	0.
29.50	308.0	603.0	--	.55	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 426 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
30.00	314.5	614.5	--	.54	170.0	0.
30.50	321.0	626.0	--	.53	170.0	0.
31.00	327.5	637.5	--	.52	170.0	0.
31.50	334.0	649.0	--	.51	170.0	0.
32.00	340.5	660.5	--	.50	170.0	0.
32.50	347.0	672.0	--	.49	170.0	0.
33.00	353.5	683.5	--	.48	170.0	0.
33.50	360.0	695.0	--	.47	170.0	0.
34.00	366.5	706.5	--	.46	170.0	0.
34.50	373.0	718.0	--	.46	170.0	0.
35.00	379.5	729.5	--	.45	170.0	0.
35.50	386.0	741.0	--	.44	170.0	0.
36.00	392.5	752.5	--	.43	170.0	0.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	0.
37.00	405.5	775.5	--	.42	170.0	0.
37.50	412.0	787.0	--	.41	170.0	0.
38.00	418.5	798.5	--	.41	170.0	0.
38.50	425.0	810.0	--	.40	170.0	0.
39.00	431.5	821.5	--	.39	170.0	0.
39.50	438.0	833.0	--	.39	170.0	0.
40.00	444.5	844.5	--	.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 427 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	571.	0.	-186.	757.	454.
7.50	656.	0.	-199.	855.	507.
8.00	746.	0.	-212.	958.	562.
8.50	843.	0.	-225.	1068.	621.
9.00	945.	0.	-239.	1183.	682.
9.50	1053.	0.	-252.	1304.	746.
10.00	1165.	0.	-265.	1431.	812.
10.50	1281.	0.	-278.	1559.	880.
11.00	1398.	0.	-292.	1689.	948.
11.50	1517.	0.	-305.	1822.	1017.
12.00	1638.	0.	-318.	1956.	1087.
12.50	1761.	0.	-331.	2092.	1158.
13.00	1886.	0.	-345.	2230.	1230.
13.50	2012.	0.	-358.	2370.	1303.
14.00	2141.	0.	-371.	2512.	1376.
14.50	2272.	0.	-384.	2656.	1451.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 428 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
15.00	2405.	0.	-398.	2802.	1527.
15.50	2539.	0.	-411.	2950.	1603.
16.00	2676.	0.	-424.	3100.	1680.
16.50	2814.	0.	-437.	3251.	1759.
17.00	2962.	0.	-451.	3412.	1841.
17.50	3156.	0.	-464.	3620.	1946.
18.00	3364.	0.	-477.	3841.	2056.
18.50	3578.	0.	-490.	4069.	2170.
19.00	3799.	0.	-504.	4303.	2287.
19.50	4042.	0.	-517.	4559.	2415.
20.00	4380.	0.	-530.	4910.	2587.
20.50	4734.	0.	-543.	5277.	2766.
21.00	5087.	0.	-557.	5644.	2945.
21.50	5441.	0.	-570.	6010.	3124.
22.00	5794.	0.	-583.	6377.	3303.
22.50	6153.	0.	-596.	6750.	3485.
23.00	6548.	0.	-610.	7158.	3684.
23.50	6949.	0.	-623.	7571.	3885.
24.00	7349.	0.	-636.	7985.	4086.
24.50	7750.	0.	-649.	8399.	4288.
25.00	8150.	0.	-663.	8813.	4489.
25.50	8551.	0.	-676.	9227.	4690.
26.00	8951.	0.	-689.	9641.	4892.
26.50	9352.	0.	-702.	10054.	5093.
27.00	9752.	0.	-716.	10468.	5294.
27.50	10153.	0.	-729.	10882.	5496.
28.00	10554.	0.	-742.	11296.	5697.
28.50	10954.	0.	-755.	11710.	5898.
29.00	11355.	0.	-769.	12123.	6100.
29.50	11755.	0.	-782.	12537.	6301.



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 429 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4  
 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
30.00	12156.	0.	-795.	12951.	6502.
30.50	12556.	0.	-808.	13365.	6703.
31.00	12957.	0.	-822.	13779.	6905.
31.50	13357.	0.	-835.	14192.	7106.
32.00	13758.	0.	-848.	14606.	7307.
32.50	14159.	0.	-861.	15020.	7509.
33.00	14559.	0.	-875.	15434.	7710.
33.50	14960.	0.	-888.	15848.	7911.
34.00	15360.	0.	-901.	16261.	8113.
34.50	15761.	0.	-914.	16675.	8314.
35.00	16161.	0.	-928.	17089.	8515.
35.50	16562.	0.	-941.	17503.	8717.
36.00	16962.	0.	-954.	17917.	8918.
36.50	17363.	0.	-968.	18330.	9119.
37.00	17763.	0.	-981.	18744.	9320.
37.50	18164.	0.	-994.	19158.	9522.
38.00	18565.	0.	-1007.	19572.	9723.
38.50	18965.	0.	-1021.	19986.	9924.
39.00	19366.	0.	-1034.	20399.	10126.
39.50	19766.	0.	-1047.	20813.	10327.
40.00	20167.	0.	-1060.	21227.	10528.

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 =  $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

**14.13 VI S. ANNA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM  
(COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE E PILE)**

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

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

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

pag./ 2

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 430 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.96 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 431 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "EClA " (Coesivo) da 5.00 a 13.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 130.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 13.00 a 15.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 432 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
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 15.50 a 18.50 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 18.50 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 433 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 434 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	450.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	460.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	469.
1.50	13.5	28.5	50.0	.55	7.4	479.
2.00	18.0	38.0	50.0	.55	9.9	488.
2.50	22.5	47.5	50.0	.55	12.4	498.
3.00	27.0	57.0	50.0	.55	14.9	507.
3.50	31.5	66.5	50.0	.55	17.3	517.
4.00	36.0	76.0	50.0	.55	19.8	526.
4.50	40.5	85.5	50.0	.55	22.3	536.
5.00	45.0	95.0	50.0	.55	24.8	545.
5.50	49.5	104.5	101.9	.55	27.2	621.
6.00	54.0	114.0	103.8	.55	29.7	698.
6.50	58.5	123.5	105.6	.55	32.2	774.
7.00	63.0	133.0	107.5	.55	34.7	851.
7.50	67.5	142.5	109.4	.55	37.1	927.
8.00	72.0	152.0	111.3	.55	39.6	1003.
8.50	76.5	161.5	113.1	.55	42.1	1080.
9.00	81.0	171.0	115.0	.55	44.5	1156.
9.50	85.5	180.5	116.9	.55	46.8	1232.
10.00	90.0	190.0	118.8	.53	47.5	1259.
10.50	94.5	199.5	120.6	.51	48.3	1285.
11.00	99.0	209.0	122.5	.49	49.0	1312.
11.50	103.5	218.5	124.4	.48	49.8	1338.
12.00	108.0	228.0	126.3	.47	50.5	1364.
12.50	112.5	237.5	128.1	.46	51.3	1391.
13.00	117.0	247.0	130.0	.50	58.2	1417.
13.50	122.0	257.0	250.0	.55	67.1	1547.
14.00	127.0	267.0	250.0	.55	69.8	1677.
14.50	132.0	277.0	250.0	.55	72.6	1807.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 435 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
15.00	137.0	287.0	250.0	.55	75.3	1937.
15.50	142.0	297.0	250.0	.80	114.1	2067.
16.00	148.5	308.5	--	1.01	150.0	2282.
16.50	155.0	320.0	--	.97	150.0	2497.
17.00	161.5	331.5	--	.93	150.0	2711.
17.50	168.0	343.0	--	.89	150.0	2926.
18.00	174.5	354.5	--	.86	150.0	3141.
18.50	181.0	366.0	--	.88	160.0	3356.
19.00	187.5	377.5	--	.91	170.0	3538.
19.50	194.0	389.0	--	.88	170.0	3721.
20.00	200.5	400.5	--	.85	170.0	3904.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	4086.
21.00	213.5	423.5	--	.80	170.0	4269.
21.50	220.0	435.0	--	.77	170.0	4452.
22.00	226.5	446.5	--	.75	170.0	4635.
22.50	233.0	458.0	--	.73	170.0	4817.
23.00	239.5	469.5	--	.71	170.0	5000.
23.50	246.0	481.0	--	.69	170.0	5000.
24.00	252.5	492.5	--	.67	170.0	5000.
24.50	259.0	504.0	--	.66	170.0	5000.
25.00	265.5	515.5	--	.64	170.0	5000.
25.50	272.0	527.0	--	.63	170.0	5000.
26.00	278.5	538.5	--	.61	170.0	5000.
26.50	285.0	550.0	--	.60	170.0	5000.
27.00	291.5	561.5	--	.58	170.0	5000.
27.50	298.0	573.0	--	.57	170.0	5000.
28.00	304.5	584.5	--	.56	170.0	5000.
28.50	311.0	596.0	--	.55	170.0	5000.
29.00	317.5	607.5	--	.54	170.0	5000.
29.50	324.0	619.0	--	.52	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 436 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
30.00	330.5	630.5	--	.51	170.0	5000.
30.50	337.0	642.0	--	.50	170.0	5000.
31.00	343.5	653.5	--	.49	170.0	5000.
31.50	350.0	665.0	--	.49	170.0	5000.
32.00	356.5	676.5	--	.48	170.0	5000.
32.50	363.0	688.0	--	.47	170.0	5000.
33.00	369.5	699.5	--	.46	170.0	5000.
33.50	376.0	711.0	--	.45	170.0	5000.
34.00	382.5	722.5	--	.44	170.0	5000.
34.50	389.0	734.0	--	.44	170.0	5000.
35.00	395.5	745.5	--	.43	170.0	5000.
35.50	402.0	757.0	--	.42	170.0	5000.
36.00	408.5	768.5	--	.42	170.0	5000.
36.50	415.0	780.0	--	.41	170.0	5000.
37.00	421.5	791.5	--	.40	170.0	5000.
37.50	428.0	803.0	--	.40	170.0	5000.
38.00	434.5	814.5	--	.39	170.0	5000.
38.50	441.0	826.0	--	.39	170.0	5000.
39.00	447.5	837.5	--	.38	170.0	5000.
39.50	454.0	849.0	--	.37	170.0	5000.
40.00	460.5	860.5	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 437 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
.00	0.	795.	0.	795.	346.
.50	3.	812.	4.	811.	350.
1.00	12.	829.	9.	832.	357.
1.50	26.	846.	13.	859.	368.
2.00	47.	862.	18.	891.	381.
2.50	73.	879.	22.	930.	397.
3.00	105.	896.	27.	974.	417.
3.50	143.	913.	31.	1025.	439.
4.00	187.	930.	35.	1081.	464.
4.50	236.	946.	40.	1143.	492.
5.00	292.	963.	44.	1210.	523.
5.50	353.	1098.	49.	1402.	609.
6.00	420.	1233.	53.	1600.	697.
6.50	493.	1368.	57.	1803.	789.
7.00	571.	1503.	62.	2013.	883.
7.50	656.	1638.	66.	2228.	981.
8.00	746.	1773.	71.	2449.	1081.
8.50	843.	1908.	75.	2675.	1184.
9.00	945.	2043.	80.	2908.	1291.
9.50	1052.	2178.	84.	3146.	1400.
10.00	1163.	2224.	88.	3300.	1472.
10.50	1276.	2271.	93.	3455.	1546.
11.00	1391.	2318.	97.	3611.	1620.
11.50	1507.	2364.	102.	3770.	1695.
12.00	1625.	2411.	106.	3930.	1771.
12.50	1745.	2457.	110.	4092.	1848.
13.00	1870.	2504.	115.	4260.	1928.
13.50	2022.	2734.	119.	4636.	2101.
14.00	2183.	2964.	124.	5023.	2279.
14.50	2351.	3193.	128.	5416.	2460.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 438 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
15.00	2525.	3423.	133.	5816.	2644.
15.50	2727.	3653.	137.	6243.	2843.
16.00	3059.	4032.	141.	6950.	3173.
16.50	3413.	4412.	146.	7679.	3514.
17.00	3766.	4791.	150.	8407.	3854.
17.50	4120.	5171.	155.	9136.	4195.
18.00	4473.	5550.	159.	9864.	4536.
18.50	4832.	5930.	163.	10599.	4880.
19.00	5227.	6253.	168.	11312.	5218.
19.50	5628.	6576.	172.	12031.	5558.
20.00	6028.	6899.	177.	12750.	5898.
20.50	6429.	7221.	181.	13469.	6239.
21.00	6829.	7544.	186.	14188.	6579.
21.50	7230.	7867.	190.	14907.	6919.
22.00	7630.	8190.	194.	15626.	7260.
22.50	8031.	8513.	199.	16345.	7600.
23.00	8431.	8836.	203.	17064.	7940.
23.50	8832.	8836.	208.	17460.	8140.
24.00	9233.	8836.	212.	17856.	8340.
24.50	9633.	8836.	216.	18252.	8540.
25.00	10034.	8836.	221.	18648.	8740.
25.50	10434.	8836.	225.	19045.	8940.
26.00	10835.	8836.	230.	19441.	9140.
26.50	11235.	8836.	234.	19837.	9340.
27.00	11636.	8836.	239.	20233.	9540.
27.50	12036.	8836.	243.	20629.	9740.
28.00	12437.	8836.	247.	21025.	9940.
28.50	12838.	8836.	252.	21421.	10140.
29.00	13238.	8836.	256.	21818.	10340.
29.50	13639.	8836.	261.	22214.	10539.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 439 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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	14039.	8836.	265.	22610.	10739.
30.50	14440.	8836.	269.	23006.	10939.
31.00	14840.	8836.	274.	23402.	11139.
31.50	15241.	8836.	278.	23798.	11339.
32.00	15641.	8836.	283.	24194.	11539.
32.50	16042.	8836.	287.	24591.	11739.
33.00	16443.	8836.	292.	24987.	11939.
33.50	16843.	8836.	296.	25383.	12139.
34.00	17244.	8836.	300.	25779.	12339.
34.50	17644.	8836.	305.	26175.	12539.
35.00	18045.	8836.	309.	26571.	12739.
35.50	18445.	8836.	314.	26967.	12939.
36.00	18846.	8836.	318.	27363.	13139.
36.50	19246.	8836.	323.	27760.	13339.
37.00	19647.	8836.	327.	28156.	13539.
37.50	20047.	8836.	331.	28552.	13739.
38.00	20448.	8836.	336.	28948.	13939.
38.50	20849.	8836.	340.	29344.	14138.
39.00	21249.	8836.	345.	29740.	14338.
39.50	21650.	8836.	349.	30136.	14538.
40.00	22050.	8836.	353.	30533.	14738.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

#### 14.14 VI S. ANNA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE E PILE)

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

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

pag./ 2

 QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 440 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,l)  
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 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

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 441 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da 0.00 a 5.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

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 50.0 a 50.0 kPa

Strato 2 "EClA " (Coesivo) da 5.00 a 13.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

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 130.0 kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 13.00 a 15.50 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 250.0 a 250.0 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 442 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
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 15.50 a 18.50 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "S" " (Incoerente) da 18.50 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 443 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 444 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	50.0	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	50.0	.55	9.9	0.
2.50	22.5	47.5	50.0	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	50.0	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	50.0	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	50.0	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	50.0	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	50.0	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	101.9	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	103.8	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	105.6	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	107.5	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	109.4	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	111.3	.55	39.6	0.
8.50	76.5	161.5	113.1	.55	42.1	0.
9.00	81.0	171.0	115.0	.55	44.5	0.
9.50	85.5	180.5	116.9	.55	46.8	0.
10.00	90.0	190.0	118.8	.53	47.5	0.
10.50	94.5	199.5	120.6	.51	48.3	0.
11.00	99.0	209.0	122.5	.49	49.0	0.
11.50	103.5	218.5	124.4	.48	49.8	0.
12.00	108.0	228.0	126.3	.47	50.5	0.
12.50	112.5	237.5	128.1	.46	51.3	0.
13.00	117.0	247.0	130.0	.50	58.2	0.
13.50	122.0	257.0	250.0	.55	67.1	0.
14.00	127.0	267.0	250.0	.55	69.8	0.
14.50	132.0	277.0	250.0	.55	72.6	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 445 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
15.00	137.0	287.0	250.0	.55	75.3	0.
15.50	142.0	297.0	250.0	.80	114.1	0.
16.00	148.5	308.5	--	1.01	150.0	0.
16.50	155.0	320.0	--	.97	150.0	0.
17.00	161.5	331.5	--	.93	150.0	0.
17.50	168.0	343.0	--	.89	150.0	0.
18.00	174.5	354.5	--	.86	150.0	0.
18.50	181.0	366.0	--	.88	160.0	0.
19.00	187.5	377.5	--	.91	170.0	0.
19.50	194.0	389.0	--	.88	170.0	0.
20.00	200.5	400.5	--	.85	170.0	0.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	0.
21.00	213.5	423.5	--	.80	170.0	0.
21.50	220.0	435.0	--	.77	170.0	0.
22.00	226.5	446.5	--	.75	170.0	0.
22.50	233.0	458.0	--	.73	170.0	0.
23.00	239.5	469.5	--	.71	170.0	0.
23.50	246.0	481.0	--	.69	170.0	0.
24.00	252.5	492.5	--	.67	170.0	0.
24.50	259.0	504.0	--	.66	170.0	0.
25.00	265.5	515.5	--	.64	170.0	0.
25.50	272.0	527.0	--	.63	170.0	0.
26.00	278.5	538.5	--	.61	170.0	0.
26.50	285.0	550.0	--	.60	170.0	0.
27.00	291.5	561.5	--	.58	170.0	0.
27.50	298.0	573.0	--	.57	170.0	0.
28.00	304.5	584.5	--	.56	170.0	0.
28.50	311.0	596.0	--	.55	170.0	0.
29.00	317.5	607.5	--	.54	170.0	0.
29.50	324.0	619.0	--	.52	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 446 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
30.00	330.5	630.5	--	.51	170.0	0.
30.50	337.0	642.0	--	.50	170.0	0.
31.00	343.5	653.5	--	.49	170.0	0.
31.50	350.0	665.0	--	.49	170.0	0.
32.00	356.5	676.5	--	.48	170.0	0.
32.50	363.0	688.0	--	.47	170.0	0.
33.00	369.5	699.5	--	.46	170.0	0.
33.50	376.0	711.0	--	.45	170.0	0.
34.00	382.5	722.5	--	.44	170.0	0.
34.50	389.0	734.0	--	.44	170.0	0.
35.00	395.5	745.5	--	.43	170.0	0.
35.50	402.0	757.0	--	.42	170.0	0.
36.00	408.5	768.5	--	.42	170.0	0.
36.50	415.0	780.0	--	.41	170.0	0.
37.00	421.5	791.5	--	.40	170.0	0.
37.50	428.0	803.0	--	.40	170.0	0.
38.00	434.5	814.5	--	.39	170.0	0.
38.50	441.0	826.0	--	.39	170.0	0.
39.00	447.5	837.5	--	.38	170.0	0.
39.50	454.0	849.0	--	.37	170.0	0.
40.00	460.5	860.5	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 447 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	187.	0.	-106.	293.	194.
4.50	236.	0.	-119.	355.	230.
5.00	292.	0.	-133.	424.	269.
5.50	353.	0.	-146.	499.	311.
6.00	420.	0.	-159.	579.	356.
6.50	493.	0.	-172.	665.	404.
7.00	571.	0.	-186.	757.	454.
7.50	656.	0.	-199.	855.	507.
8.00	746.	0.	-212.	958.	562.
8.50	843.	0.	-225.	1068.	621.
9.00	945.	0.	-239.	1183.	682.
9.50	1052.	0.	-252.	1304.	746.
10.00	1163.	0.	-265.	1429.	811.
10.50	1276.	0.	-278.	1555.	878.
11.00	1391.	0.	-292.	1682.	945.
11.50	1507.	0.	-305.	1812.	1012.
12.00	1625.	0.	-318.	1943.	1081.
12.50	1745.	0.	-331.	2076.	1151.
13.00	1870.	0.	-345.	2215.	1223.
13.50	2022.	0.	-358.	2380.	1307.
14.00	2183.	0.	-371.	2554.	1396.
14.50	2351.	0.	-384.	2735.	1488.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 448 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
15.00	2525.	0.	-398.	2923.	1583.
15.50	2727.	0.	-411.	3138.	1691.
16.00	3059.	0.	-424.	3483.	1860.
16.50	3413.	0.	-437.	3850.	2040.
17.00	3766.	0.	-451.	4217.	2219.
17.50	4120.	0.	-464.	4583.	2398.
18.00	4473.	0.	-477.	4950.	2577.
18.50	4832.	0.	-490.	5323.	2759.
19.00	5227.	0.	-504.	5731.	2958.
19.50	5628.	0.	-517.	6144.	3159.
20.00	6028.	0.	-530.	6558.	3360.
20.50	6429.	0.	-543.	6972.	3562.
21.00	6829.	0.	-557.	7386.	3763.
21.50	7230.	0.	-570.	7800.	3964.
22.00	7630.	0.	-583.	8214.	4165.
22.50	8031.	0.	-596.	8627.	4367.
23.00	8431.	0.	-610.	9041.	4568.
23.50	8832.	0.	-623.	9455.	4769.
24.00	9233.	0.	-636.	9869.	4971.
24.50	9633.	0.	-649.	10283.	5172.
25.00	10034.	0.	-663.	10696.	5373.
25.50	10434.	0.	-676.	11110.	5575.
26.00	10835.	0.	-689.	11524.	5776.
26.50	11235.	0.	-702.	11938.	5977.
27.00	11636.	0.	-716.	12352.	6179.
27.50	12036.	0.	-729.	12765.	6380.
28.00	12437.	0.	-742.	13179.	6581.
28.50	12838.	0.	-755.	13593.	6782.
29.00	13238.	0.	-769.	14007.	6984.
29.50	13639.	0.	-782.	14421.	7185.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 449 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna  
 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
30.00	14039.	0.	-795.	14834.	7386.
30.50	14440.	0.	-808.	15248.	7588.
31.00	14840.	0.	-822.	15662.	7789.
31.50	15241.	0.	-835.	16076.	7990.
32.00	15641.	0.	-848.	16490.	8192.
32.50	16042.	0.	-861.	16903.	8393.
33.00	16443.	0.	-875.	17317.	8594.
33.50	16843.	0.	-888.	17731.	8796.
34.00	17244.	0.	-901.	18145.	8997.
34.50	17644.	0.	-914.	18559.	9198.
35.00	18045.	0.	-928.	18972.	9399.
35.50	18445.	0.	-941.	19386.	9601.
36.00	18846.	0.	-954.	19800.	9802.
36.50	19246.	0.	-968.	20214.	10003.
37.00	19647.	0.	-981.	20628.	10205.
37.50	20047.	0.	-994.	21042.	10406.
38.00	20448.	0.	-1007.	21455.	10607.
38.50	20849.	0.	-1021.	21869.	10809.
39.00	21249.	0.	-1034.	22283.	11010.
39.50	21650.	0.	-1047.	22697.	11211.
40.00	22050.	0.	-1060.	23111.	11413.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.15 VI S. PIETRO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 450 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.96 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 451 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

Cu variabile lin. da 20.0 a 20.0 kPa

Strato 2 "EClA " (Coesivo) da 5.00 a 15.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

Cu variabile lin. da 50.0 a 120.0 kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 15.00 a 17.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

Cu variabile lin. da 170.0 a 170.0 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 452 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
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 17.00 a 20.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 20.00 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 5000. a 5000. 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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 453 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "EC1a "	1.00	1.00	1.00
2 "EC1a "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot c_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 454 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
.00	.0	.0	20.0	.00	.0	180.
.50	4.5	9.5	20.0	.55	2.5	190.
1.00	9.0	19.0	20.0	.55	5.0	199.
1.50	13.5	28.5	20.0	.55	7.4	209.
2.00	18.0	38.0	20.0	.55	9.9	218.
2.50	22.5	47.5	20.0	.55	12.4	228.
3.00	27.0	57.0	20.0	.55	14.9	237.
3.50	31.5	66.5	20.0	.55	17.3	247.
4.00	36.0	76.0	20.0	.50	18.0	256.
4.50	40.5	85.5	20.0	.44	18.0	266.
5.00	45.0	95.0	20.0	.47	21.4	275.
5.50	49.5	104.5	53.5	.55	27.2	346.
6.00	54.0	114.0	57.0	.55	29.7	417.
6.50	58.5	123.5	60.5	.55	32.2	488.
7.00	63.0	133.0	64.0	.55	34.7	559.
7.50	67.5	142.5	67.5	.55	37.1	630.
8.00	72.0	152.0	71.0	.55	39.6	701.
8.50	76.5	161.5	74.5	.55	42.1	772.
9.00	81.0	171.0	78.0	.39	31.2	843.
9.50	85.5	180.5	81.5	.38	32.6	914.
10.00	90.0	190.0	85.0	.38	34.0	955.
10.50	94.5	199.5	88.5	.37	35.4	996.
11.00	99.0	209.0	92.0	.37	36.8	1037.
11.50	103.5	218.5	95.5	.37	38.2	1078.
12.00	108.0	228.0	99.0	.37	39.6	1119.
12.50	112.5	237.5	102.5	.36	41.0	1160.
13.00	117.0	247.0	106.0	.36	42.4	1201.
13.50	121.5	256.5	109.5	.36	43.8	1242.
14.00	126.0	266.0	113.0	.36	45.2	1283.
14.50	130.5	275.5	116.5	.36	46.6	1324.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 455 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
15.00	135.0	285.0	120.0	.45	61.1	1365.
15.50	140.0	295.0	170.0	.55	77.0	1425.
16.00	145.0	305.0	170.0	.55	79.8	1485.
16.50	150.0	315.0	170.0	.55	82.5	1545.
17.00	155.0	325.0	170.0	.75	116.8	1605.
17.50	161.5	336.5	--	.93	150.0	1871.
18.00	168.0	348.0	--	.89	150.0	2137.
18.50	174.5	359.5	--	.86	150.0	2403.
19.00	181.0	371.0	--	.83	150.0	2669.
19.50	187.5	382.5	--	.80	150.0	2936.
20.00	194.0	394.0	--	.82	160.0	3202.
20.50	200.5	405.5	--	.85	170.0	3401.
21.00	207.0	417.0	--	.82	170.0	3601.
21.50	213.5	428.5	--	.80	170.0	3801.
22.00	220.0	440.0	--	.77	170.0	4001.
22.50	226.5	451.5	--	.75	170.0	4201.
23.00	233.0	463.0	--	.73	170.0	4401.
23.50	239.5	474.5	--	.71	170.0	4600.
24.00	246.0	486.0	--	.69	170.0	4800.
24.50	252.5	497.5	--	.67	170.0	5000.
25.00	259.0	509.0	--	.66	170.0	5000.
25.50	265.5	520.5	--	.64	170.0	5000.
26.00	272.0	532.0	--	.63	170.0	5000.
26.50	278.5	543.5	--	.61	170.0	5000.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	5000.
27.50	291.5	566.5	--	.58	170.0	5000.
28.00	298.0	578.0	--	.57	170.0	5000.
28.50	304.5	589.5	--	.56	170.0	5000.
29.00	311.0	601.0	--	.55	170.0	5000.
29.50	317.5	612.5	--	.54	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 456 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
30.00	324.0	624.0	--	.52	170.0	5000.
30.50	330.5	635.5	--	.51	170.0	5000.
31.00	337.0	647.0	--	.50	170.0	5000.
31.50	343.5	658.5	--	.49	170.0	5000.
32.00	350.0	670.0	--	.49	170.0	5000.
32.50	356.5	681.5	--	.48	170.0	5000.
33.00	363.0	693.0	--	.47	170.0	5000.
33.50	369.5	704.5	--	.46	170.0	5000.
34.00	376.0	716.0	--	.45	170.0	5000.
34.50	382.5	727.5	--	.44	170.0	5000.
35.00	389.0	739.0	--	.44	170.0	5000.
35.50	395.5	750.5	--	.43	170.0	5000.
36.00	402.0	762.0	--	.42	170.0	5000.
36.50	408.5	773.5	--	.42	170.0	5000.
37.00	415.0	785.0	--	.41	170.0	5000.
37.50	421.5	796.5	--	.40	170.0	5000.
38.00	428.0	808.0	--	.40	170.0	5000.
38.50	434.5	819.5	--	.39	170.0	5000.
39.00	441.0	831.0	--	.39	170.0	5000.
39.50	447.5	842.5	--	.38	170.0	5000.
40.00	454.0	854.0	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 457 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
.00	0.	318.	0.	318.	138.
.50	3.	335.	4.	333.	143.
1.00	12.	352.	9.	354.	150.
1.50	26.	368.	13.	381.	160.
2.00	47.	385.	18.	414.	174.
2.50	73.	402.	22.	453.	190.
3.00	105.	419.	27.	497.	209.
3.50	143.	436.	31.	548.	231.
4.00	185.	452.	35.	602.	256.
4.50	227.	469.	40.	657.	280.
5.00	272.	486.	44.	713.	306.
5.50	331.	611.	49.	894.	386.
6.00	398.	737.	53.	1082.	470.
6.50	471.	862.	57.	1276.	558.
7.00	550.	988.	62.	1476.	648.
7.50	634.	1113.	66.	1681.	741.
8.00	725.	1239.	71.	1893.	838.
8.50	821.	1364.	75.	2110.	937.
9.00	900.	1490.	80.	2310.	1027.
9.50	975.	1615.	84.	2506.	1116.
10.00	1054.	1688.	88.	2653.	1183.
10.50	1135.	1760.	93.	2803.	1252.
11.00	1220.	1833.	97.	2956.	1322.
11.50	1309.	1905.	102.	3112.	1394.
12.00	1400.	1977.	106.	3272.	1468.
12.50	1495.	2050.	110.	3435.	1544.
13.00	1594.	2122.	115.	3601.	1621.
13.50	1695.	2195.	119.	3771.	1700.
14.00	1800.	2267.	124.	3944.	1780.
14.50	1908.	2340.	128.	4120.	1863.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 458 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
15.00	2027.	2412.	133.	4307.	1951.
15.50	2198.	2518.	137.	4579.	2079.
16.00	2382.	2624.	141.	4865.	2215.
16.50	2574.	2730.	146.	5158.	2354.
17.00	2789.	2836.	150.	5475.	2506.
17.50	3123.	3307.	155.	6275.	2876.
18.00	3476.	3777.	159.	7094.	3257.
18.50	3830.	4247.	163.	7913.	3637.
19.00	4183.	4717.	168.	8733.	4017.
19.50	4537.	5188.	172.	9552.	4398.
20.00	4896.	5658.	177.	10377.	4781.
20.50	5291.	6011.	181.	11120.	5132.
21.00	5691.	6364.	186.	11870.	5485.
21.50	6092.	6717.	190.	12619.	5838.
22.00	6492.	7070.	194.	13368.	6192.
22.50	6893.	7423.	199.	14117.	6545.
23.00	7293.	7776.	203.	14867.	6899.
23.50	7694.	8130.	208.	15616.	7252.
24.00	8094.	8483.	212.	16365.	7606.
24.50	8495.	8836.	216.	17114.	7959.
25.00	8896.	8836.	221.	17510.	8159.
25.50	9296.	8836.	225.	17906.	8359.
26.00	9697.	8836.	230.	18303.	8559.
26.50	10097.	8836.	234.	18699.	8759.
27.00	10498.	8836.	239.	19095.	8959.
27.50	10898.	8836.	243.	19491.	9159.
28.00	11299.	8836.	247.	19887.	9359.
28.50	11699.	8836.	252.	20283.	9559.
29.00	12100.	8836.	256.	20679.	9759.
29.50	12500.	8836.	261.	21076.	9959.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 459 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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	12901.	8836.	265.	21472.	10159.
30.50	13302.	8836.	269.	21868.	10359.
31.00	13702.	8836.	274.	22264.	10559.
31.50	14103.	8836.	278.	22660.	10759.
32.00	14503.	8836.	283.	23056.	10958.
32.50	14904.	8836.	287.	23452.	11158.
33.00	15304.	8836.	292.	23849.	11358.
33.50	15705.	8836.	296.	24245.	11558.
34.00	16105.	8836.	300.	24641.	11758.
34.50	16506.	8836.	305.	25037.	11958.
35.00	16907.	8836.	309.	25433.	12158.
35.50	17307.	8836.	314.	25829.	12358.
36.00	17708.	8836.	318.	26225.	12558.
36.50	18108.	8836.	323.	26621.	12758.
37.00	18509.	8836.	327.	27018.	12958.
37.50	18909.	8836.	331.	27414.	13158.
38.00	19310.	8836.	336.	27810.	13358.
38.50	19710.	8836.	340.	28206.	13558.
39.00	20111.	8836.	345.	28602.	13758.
39.50	20512.	8836.	349.	28998.	13958.
40.00	20912.	8836.	353.	29394.	14158.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.16 VI S. PIETRO. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 460 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 461 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "EClA " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

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 20.0 a 20.0 kPa

Strato 2 "EClA " (Coesivo) da 5.00 a 15.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

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 50.0 a 120.0 kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 15.00 a 17.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 170.0 a 170.0 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 462 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
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 17.00 a 20.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 20.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 463 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
2 "ECl <sub>a</sub> "	1.00	1.00	1.00
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 464 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
.00	.0	.0	20.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	20.0	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	20.0	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	20.0	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	20.0	.55	9.9	0.
2.50	22.5	47.5	20.0	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	20.0	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	20.0	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	20.0	.50	18.0	0.
4.50	40.5	85.5	20.0	.44	18.0	0.
5.00	45.0	95.0	20.0	.47	21.4	0.
5.50	49.5	104.5	53.5	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	57.0	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	60.5	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	64.0	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	67.5	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	71.0	.55	39.6	0.
8.50	76.5	161.5	74.5	.55	42.1	0.
9.00	81.0	171.0	78.0	.39	31.2	0.
9.50	85.5	180.5	81.5	.38	32.6	0.
10.00	90.0	190.0	85.0	.38	34.0	0.
10.50	94.5	199.5	88.5	.37	35.4	0.
11.00	99.0	209.0	92.0	.37	36.8	0.
11.50	103.5	218.5	95.5	.37	38.2	0.
12.00	108.0	228.0	99.0	.37	39.6	0.
12.50	112.5	237.5	102.5	.36	41.0	0.
13.00	117.0	247.0	106.0	.36	42.4	0.
13.50	121.5	256.5	109.5	.36	43.8	0.
14.00	126.0	266.0	113.0	.36	45.2	0.
14.50	130.5	275.5	116.5	.36	46.6	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 465 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
15.00	135.0	285.0	120.0	.45	61.1	0.
15.50	140.0	295.0	170.0	.55	77.0	0.
16.00	145.0	305.0	170.0	.55	79.8	0.
16.50	150.0	315.0	170.0	.55	82.5	0.
17.00	155.0	325.0	170.0	.75	116.8	0.
17.50	161.5	336.5	--	.93	150.0	0.
18.00	168.0	348.0	--	.89	150.0	0.
18.50	174.5	359.5	--	.86	150.0	0.
19.00	181.0	371.0	--	.83	150.0	0.
19.50	187.5	382.5	--	.80	150.0	0.
20.00	194.0	394.0	--	.82	160.0	0.
20.50	200.5	405.5	--	.85	170.0	0.
21.00	207.0	417.0	--	.82	170.0	0.
21.50	213.5	428.5	--	.80	170.0	0.
22.00	220.0	440.0	--	.77	170.0	0.
22.50	226.5	451.5	--	.75	170.0	0.
23.00	233.0	463.0	--	.73	170.0	0.
23.50	239.5	474.5	--	.71	170.0	0.
24.00	246.0	486.0	--	.69	170.0	0.
24.50	252.5	497.5	--	.67	170.0	0.
25.00	259.0	509.0	--	.66	170.0	0.
25.50	265.5	520.5	--	.64	170.0	0.
26.00	272.0	532.0	--	.63	170.0	0.
26.50	278.5	543.5	--	.61	170.0	0.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	0.
27.50	291.5	566.5	--	.58	170.0	0.
28.00	298.0	578.0	--	.57	170.0	0.
28.50	304.5	589.5	--	.56	170.0	0.
29.00	311.0	601.0	--	.55	170.0	0.
29.50	317.5	612.5	--	.54	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 466 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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
30.00	324.0	624.0	--	.52	170.0	0.
30.50	330.5	635.5	--	.51	170.0	0.
31.00	337.0	647.0	--	.50	170.0	0.
31.50	343.5	658.5	--	.49	170.0	0.
32.00	350.0	670.0	--	.49	170.0	0.
32.50	356.5	681.5	--	.48	170.0	0.
33.00	363.0	693.0	--	.47	170.0	0.
33.50	369.5	704.5	--	.46	170.0	0.
34.00	376.0	716.0	--	.45	170.0	0.
34.50	382.5	727.5	--	.44	170.0	0.
35.00	389.0	739.0	--	.44	170.0	0.
35.50	395.5	750.5	--	.43	170.0	0.
36.00	402.0	762.0	--	.42	170.0	0.
36.50	408.5	773.5	--	.42	170.0	0.
37.00	415.0	785.0	--	.41	170.0	0.
37.50	421.5	796.5	--	.40	170.0	0.
38.00	428.0	808.0	--	.40	170.0	0.
38.50	434.5	819.5	--	.39	170.0	0.
39.00	441.0	831.0	--	.39	170.0	0.
39.50	447.5	842.5	--	.38	170.0	0.
40.00	454.0	854.0	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 467 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE+PILE  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	47.	0.	-53.	100.	75.
2.50	73.	0.	-66.	139.	100.
3.00	105.	0.	-80.	184.	129.
3.50	143.	0.	-93.	236.	160.
4.00	185.	0.	-106.	291.	193.
4.50	227.	0.	-119.	347.	226.
5.00	272.	0.	-133.	404.	260.
5.50	331.	0.	-146.	477.	301.
6.00	398.	0.	-159.	557.	346.
6.50	471.	0.	-172.	643.	393.
7.00	550.	0.	-186.	735.	444.
7.50	634.	0.	-199.	833.	497.
8.00	725.	0.	-212.	937.	552.
8.50	821.	0.	-225.	1046.	611.
9.00	900.	0.	-239.	1138.	661.
9.50	975.	0.	-252.	1227.	710.
10.00	1054.	0.	-265.	1319.	760.
10.50	1135.	0.	-278.	1414.	811.
11.00	1220.	0.	-292.	1512.	865.
11.50	1309.	0.	-305.	1614.	919.
12.00	1400.	0.	-318.	1718.	976.
12.50	1495.	0.	-331.	1827.	1033.
13.00	1594.	0.	-345.	1938.	1093.
13.50	1695.	0.	-358.	2053.	1154.
14.00	1800.	0.	-371.	2171.	1216.
14.50	1908.	0.	-384.	2292.	1280.
15.00	2027.	0.	-398.	2425.	1349.
15.50	2198.	0.	-411.	2609.	1443.
16.00	2382.	0.	-424.	2807.	1543.
16.50	2574.	0.	-437.	3011.	1646.
17.00	2789.	0.	-451.	3240.	1760.
17.50	3123.	0.	-464.	3587.	1930.
18.00	3476.	0.	-477.	3953.	2109.
18.50	3830.	0.	-490.	4320.	2288.
19.00	4183.	0.	-504.	4687.	2468.
19.50	4537.	0.	-517.	5053.	2647.
20.00	4896.	0.	-530.	5426.	2829.
20.50	5291.	0.	-543.	5834.	3027.
21.00	5691.	0.	-557.	6248.	3229.
21.50	6092.	0.	-570.	6662.	3430.
22.00	6492.	0.	-583.	7075.	3631.
22.50	6893.	0.	-596.	7489.	3832.
23.00	7293.	0.	-610.	7903.	4034.
23.50	7694.	0.	-623.	8317.	4235.
24.00	8094.	0.	-636.	8731.	4436.
24.50	8495.	0.	-649.	9144.	4638.
25.00	8896.	0.	-663.	9558.	4839.
25.50	9296.	0.	-676.	9972.	5040.
26.00	9697.	0.	-689.	10386.	5242.
26.50	10097.	0.	-702.	10800.	5443.
27.00	10498.	0.	-716.	11213.	5644.
27.50	10898.	0.	-729.	11627.	5846.
28.00	11299.	0.	-742.	12041.	6047.
28.50	11699.	0.	-755.	12455.	6248.
29.00	12100.	0.	-769.	12869.	6449.
29.50	12500.	0.	-782.	13282.	6651.
30.00	12901.	0.	-795.	13696.	6852.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	468 di 654

30.50	13302.	0.	-808.	14110.	7053.
31.00	13702.	0.	-822.	14524.	7255.
31.50	14103.	0.	-835.	14938.	7456.
32.00	14503.	0.	-848.	15351.	7657.
32.50	14904.	0.	-861.	15765.	7859.
33.00	15304.	0.	-875.	16179.	8060.
33.50	15705.	0.	-888.	16593.	8261.
34.00	16105.	0.	-901.	17007.	8462.
34.50	16506.	0.	-914.	17421.	8664.
35.00	16907.	0.	-928.	17834.	8865.
35.50	17307.	0.	-941.	18248.	9066.
36.00	17708.	0.	-954.	18662.	9268.
36.50	18108.	0.	-968.	19076.	9469.
37.00	18509.	0.	-981.	19490.	9670.
37.50	18909.	0.	-994.	19903.	9872.
38.00	19310.	0.	-1007.	20317.	10073.
38.50	19710.	0.	-1021.	20731.	10274.
39.00	20111.	0.	-1034.	21145.	10476.
39.50	20512.	0.	-1047.	21559.	10677.
40.00	20912.	0.	-1060.	21972.	10878.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Q<sub>l1</sub> = Portata laterale limite  
 Q<sub>b1</sub> = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q_{l1}/FS,l + Q_{b1}/FS,b - Wp$

### 14.17 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPESSIONER). STRATIGRAFIA 1 (P1+P2+P3+P4)

\*\*\* 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 Potenza P1+P2+P3+P4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.78 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.09 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
 quando la Q<sub>b,i</sub> ad esso attribuibile e' superiore a quella degli  
 strati adiacenti:



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 469 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 470 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da .00 a 5.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 5.00 a 6.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

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

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

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + \text{Sv}$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "S " (Incoerente) da 6.00 a 9.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 471 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
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 9.00 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 472 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 473 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.55	2.5	77.
1.00	9.0	19.0	--	.55	4.9	153.
1.50	13.5	28.5	--	.55	7.4	230.
2.00	18.0	38.0	--	.55	9.8	306.
2.50	22.5	47.5	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.7	765.
5.50	50.0	105.0	250.0	.55	27.5	951.
6.00	55.0	115.0	250.0	1.64	90.1	1136.
6.50	61.5	126.5	--	2.44	150.0	1454.
7.00	68.0	138.0	--	2.21	150.0	1773.
7.50	74.5	149.5	--	2.01	150.0	2091.
8.00	81.0	161.0	--	1.85	150.0	2409.
8.50	87.5	172.5	--	1.71	150.0	2727.
9.00	94.0	184.0	--	1.70	160.0	3045.
9.50	100.5	195.5	--	1.69	170.0	3263.
10.00	107.0	207.0	--	1.59	170.0	3480.
10.50	113.5	218.5	--	1.50	170.0	3697.
11.00	120.0	230.0	--	1.42	170.0	3914.
11.50	126.5	241.5	--	1.34	170.0	4131.
12.00	133.0	253.0	--	1.28	170.0	4348.
12.50	139.5	264.5	--	1.22	170.0	4566.
13.00	146.0	276.0	--	1.16	170.0	4783.
13.50	152.5	287.5	--	1.11	170.0	5000.
14.00	159.0	299.0	--	1.07	170.0	5000.
14.50	165.5	310.5	--	1.03	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 474 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
15.00	172.0	322.0	--	.99	170.0	5000.
15.50	178.5	333.5	--	.95	170.0	5000.
16.00	185.0	345.0	--	.92	170.0	5000.
16.50	191.5	356.5	--	.89	170.0	5000.
17.00	198.0	368.0	--	.86	170.0	5000.
17.50	204.5	379.5	--	.83	170.0	5000.
18.00	211.0	391.0	--	.81	170.0	5000.
18.50	217.5	402.5	--	.78	170.0	5000.
19.00	224.0	414.0	--	.76	170.0	5000.
19.50	230.5	425.5	--	.74	170.0	5000.
20.00	237.0	437.0	--	.72	170.0	5000.
20.50	243.5	448.5	--	.70	170.0	5000.
21.00	250.0	460.0	--	.68	170.0	5000.
21.50	256.5	471.5	--	.66	170.0	5000.
22.00	263.0	483.0	--	.65	170.0	5000.
22.50	269.5	494.5	--	.63	170.0	5000.
23.00	276.0	506.0	--	.62	170.0	5000.
23.50	282.5	517.5	--	.60	170.0	5000.
24.00	289.0	529.0	--	.59	170.0	5000.
24.50	295.5	540.5	--	.58	170.0	5000.
25.00	302.0	552.0	--	.56	170.0	5000.
25.50	308.5	563.5	--	.55	170.0	5000.
26.00	315.0	575.0	--	.54	170.0	5000.
26.50	321.5	586.5	--	.53	170.0	5000.
27.00	328.0	598.0	--	.52	170.0	5000.
27.50	334.5	609.5	--	.51	170.0	5000.
28.00	341.0	621.0	--	.50	170.0	5000.
28.50	347.5	632.5	--	.49	170.0	5000.
29.00	354.0	644.0	--	.48	170.0	5000.
29.50	360.5	655.5	--	.47	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 475 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
30.00	367.0	667.0	--	.46	170.0	5000.
30.50	373.5	678.5	--	.46	170.0	5000.
31.00	380.0	690.0	--	.45	170.0	5000.
31.50	386.5	701.5	--	.44	170.0	5000.
32.00	393.0	713.0	--	.43	170.0	5000.
32.50	399.5	724.5	--	.43	170.0	5000.
33.00	406.0	736.0	--	.42	170.0	5000.
33.50	412.5	747.5	--	.41	170.0	5000.
34.00	419.0	759.0	--	.41	170.0	5000.
34.50	425.5	770.5	--	.40	170.0	5000.
35.00	432.0	782.0	--	.39	170.0	5000.
35.50	438.5	793.5	--	.39	170.0	5000.
36.00	445.0	805.0	--	.38	170.0	5000.
36.50	451.5	816.5	--	.38	170.0	5000.
37.00	458.0	828.0	--	.37	170.0	5000.
37.50	464.5	839.5	--	.37	170.0	5000.
38.00	471.0	851.0	--	.36	170.0	5000.
38.50	477.5	862.5	--	.36	170.0	5000.
39.00	484.0	874.0	--	.35	170.0	5000.
39.50	490.5	885.5	--	.35	170.0	5000.
40.00	497.0	897.0	--	.34	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 476 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	135.	4.	134.	62.
1.00	12.	270.	9.	273.	127.
1.50	26.	406.	13.	418.	195.
2.00	46.	541.	18.	569.	267.
2.50	72.	676.	22.	726.	342.
3.00	104.	811.	27.	889.	420.
3.50	142.	946.	31.	1057.	502.
4.00	186.	1081.	35.	1232.	586.
4.50	235.	1217.	40.	1412.	674.
5.00	290.	1352.	44.	1598.	766.
5.50	351.	1680.	49.	1983.	953.
6.00	455.	2008.	53.	2409.	1163.
6.50	773.	2570.	57.	3286.	1606.
7.00	1126.	3132.	62.	4197.	2070.
7.50	1480.	3695.	66.	5108.	2533.
8.00	1833.	4257.	71.	6020.	2996.
8.50	2187.	4819.	75.	6931.	3459.
9.00	2546.	5382.	80.	7848.	3926.
9.50	2941.	5765.	84.	8622.	4327.
10.00	3341.	6149.	88.	9402.	4731.
10.50	3742.	6533.	93.	10182.	5135.
11.00	4142.	6917.	97.	10962.	5539.
11.50	4543.	7301.	102.	11742.	5944.
12.00	4943.	7684.	106.	12522.	6348.
12.50	5344.	8068.	110.	13302.	6752.
13.00	5745.	8452.	115.	14082.	7156.
13.50	6145.	8836.	119.	14862.	7561.
14.00	6546.	8836.	124.	15258.	7781.
14.50	6946.	8836.	128.	15654.	8002.
15.00	7347.	8836.	133.	16050.	8222.
15.50	7747.	8836.	137.	16446.	8443.
16.00	8148.	8836.	141.	16842.	8664.
16.50	8548.	8836.	146.	17238.	8884.
17.00	8949.	8836.	150.	17634.	9105.
17.50	9350.	8836.	155.	18031.	9326.
18.00	9750.	8836.	159.	18427.	9546.
18.50	10151.	8836.	163.	18823.	9767.
19.00	10551.	8836.	168.	19219.	9987.
19.50	10952.	8836.	172.	19615.	10208.
20.00	11352.	8836.	177.	20011.	10429.
20.50	11753.	8836.	181.	20407.	10649.
21.00	12153.	8836.	186.	20804.	10870.
21.50	12554.	8836.	190.	21200.	11090.
22.00	12954.	8836.	194.	21596.	11311.
22.50	13355.	8836.	199.	21992.	11532.
23.00	13756.	8836.	203.	22388.	11752.
23.50	14156.	8836.	208.	22784.	11973.
24.00	14557.	8836.	212.	23180.	12193.
24.50	14957.	8836.	216.	23576.	12414.
25.00	15358.	8836.	221.	23973.	12635.
25.50	15758.	8836.	225.	24369.	12855.
26.00	16159.	8836.	230.	24765.	13076.
26.50	16559.	8836.	234.	25161.	13297.
27.00	16960.	8836.	239.	25557.	13517.
27.50	17361.	8836.	243.	25953.	13738.
28.00	17761.	8836.	247.	26349.	13958.
28.50	18162.	8836.	252.	26746.	14179.
29.00	18562.	8836.	256.	27142.	14400.
29.50	18963.	8836.	261.	27538.	14620.
30.00	19363.	8836.	265.	27934.	14841.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 477 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	19764.	8836.	269.	28330.	15061.
31.00	20164.	8836.	274.	28726.	15282.
31.50	20565.	8836.	278.	29122.	15503.
32.00	20966.	8836.	283.	29519.	15723.
32.50	21366.	8836.	287.	29915.	15944.
33.00	21767.	8836.	292.	30311.	16165.
33.50	22167.	8836.	296.	30707.	16385.
34.00	22568.	8836.	300.	31103.	16606.
34.50	22968.	8836.	305.	31499.	16826.
35.00	23369.	8836.	309.	31895.	17047.
35.50	23769.	8836.	314.	32291.	17268.
36.00	24170.	8836.	318.	32688.	17488.
36.50	24571.	8836.	323.	33084.	17709.
37.00	24971.	8836.	327.	33480.	17929.
37.50	25372.	8836.	331.	33876.	18150.
38.00	25772.	8836.	336.	34272.	18371.
38.50	26173.	8836.	340.	34668.	18591.
39.00	26573.	8836.	345.	35064.	18812.
39.50	26974.	8836.	349.	35461.	19032.
40.00	27374.	8836.	353.	35857.	19253.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.18 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (SP1+P5)

\*\*\* 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 Potenza SP1+P5  
 Capacit... 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 = 1.78 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.09 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
 quando la Q<sub>b,i</sub> ad esso attribuibile e' superiore a quella degli  
 strati adiacenti:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 478 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 479 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 1.00 a 14.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 14.00 a 15.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

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

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

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "S " (Incoerente) da 15.00 a 18.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 4000. \text{ a } 4000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 480 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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 18.00 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 481 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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 "Ag "	1.00	1.00	-
2 "Salt "	1.00	1.00	1.00
3 "S "	1.00	1.00	-
4 "S "	1.00	1.00	-

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 482 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.6	765.
5.50	49.5	104.5	--	.55	27.1	842.
6.00	54.0	114.0	--	.55	29.5	918.
6.50	58.5	123.5	--	.55	32.0	995.
7.00	63.0	133.0	--	.55	34.5	1071.
7.50	67.5	142.5	--	.55	36.9	1148.
8.00	72.0	152.0	--	.55	39.4	1224.
8.50	76.5	161.5	--	.55	41.8	1301.
9.00	81.0	171.0	--	.55	44.3	1377.
9.50	85.5	180.5	--	.55	46.8	1454.
10.00	90.0	190.0	--	.55	49.2	1530.
10.50	94.5	199.5	--	.55	51.7	1607.
11.00	99.0	209.0	--	.55	54.1	1683.
11.50	103.5	218.5	--	.55	56.6	1760.
12.00	108.0	228.0	--	.55	59.1	1836.
12.50	112.5	237.5	--	.55	61.5	1913.
13.00	117.0	247.0	--	.55	64.0	1989.
13.50	121.5	256.5	--	.55	66.4	2066.
14.00	126.0	266.0	--	.55	69.1	2142.
14.50	131.0	276.0	250.0	.55	72.1	2194.
15.00	136.0	286.0	250.0	.83	112.4	2245.
15.50	142.5	297.5	--	1.05	150.0	2440.
16.00	149.0	309.0	--	1.01	150.0	2635.
16.50	155.5	320.5	--	.96	150.0	2830.
17.00	162.0	332.0	--	.93	150.0	3025.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 483 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	168.5	343.5	--	.89	150.0	3220.
18.00	175.0	355.0	--	.91	160.0	3415.
18.50	181.5	366.5	--	.94	170.0	3591.
19.00	188.0	378.0	--	.90	170.0	3767.
19.50	194.5	389.5	--	.87	170.0	3943.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	4119.
20.50	207.5	412.5	--	.82	170.0	4296.
21.00	214.0	424.0	--	.79	170.0	4472.
21.50	220.5	435.5	--	.77	170.0	4648.
22.00	227.0	447.0	--	.75	170.0	4824.
22.50	233.5	458.5	--	.73	170.0	5000.
23.00	240.0	470.0	--	.71	170.0	5000.
23.50	246.5	481.5	--	.69	170.0	5000.
24.00	253.0	493.0	--	.67	170.0	5000.
24.50	259.5	504.5	--	.66	170.0	5000.
25.00	266.0	516.0	--	.64	170.0	5000.
25.50	272.5	527.5	--	.62	170.0	5000.
26.00	279.0	539.0	--	.61	170.0	5000.
26.50	285.5	550.5	--	.60	170.0	5000.
27.00	292.0	562.0	--	.58	170.0	5000.
27.50	298.5	573.5	--	.57	170.0	5000.
28.00	305.0	585.0	--	.56	170.0	5000.
28.50	311.5	596.5	--	.55	170.0	5000.
29.00	318.0	608.0	--	.53	170.0	5000.
29.50	324.5	619.5	--	.52	170.0	5000.
30.00	331.0	631.0	--	.51	170.0	5000.
30.50	337.5	642.5	--	.50	170.0	5000.
31.00	344.0	654.0	--	.49	170.0	5000.
31.50	350.5	665.5	--	.49	170.0	5000.
32.00	357.0	677.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 484 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	363.5	688.5	--	.47	170.0	5000.
33.00	370.0	700.0	--	.46	170.0	5000.
33.50	376.5	711.5	--	.45	170.0	5000.
34.00	383.0	723.0	--	.44	170.0	5000.
34.50	389.5	734.5	--	.44	170.0	5000.
35.00	396.0	746.0	--	.43	170.0	5000.
35.50	402.5	757.5	--	.42	170.0	5000.
36.00	409.0	769.0	--	.42	170.0	5000.
36.50	415.5	780.5	--	.41	170.0	5000.
37.00	422.0	792.0	--	.40	170.0	5000.
37.50	428.5	803.5	--	.40	170.0	5000.
38.00	435.0	815.0	--	.39	170.0	5000.
38.50	441.5	826.5	--	.39	170.0	5000.
39.00	448.0	838.0	--	.38	170.0	5000.
39.50	454.5	849.5	--	.37	170.0	5000.
40.00	461.0	861.0	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 485 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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
.00	0.	676.	0.	676.	323.
.50	32.	811.	4.	839.	402.
1.00	70.	946.	9.	1007.	483.
1.50	113.	1081.	13.	1181.	568.
2.00	162.	1217.	18.	1361.	656.
2.50	217.	1352.	22.	1547.	747.
3.00	278.	1487.	27.	1739.	841.
3.50	345.	1622.	31.	1936.	939.
4.00	418.	1757.	35.	2140.	1040.
4.50	496.	1893.	40.	2349.	1144.
5.00	580.	2028.	44.	2563.	1252.
5.50	670.	2163.	49.	2784.	1363.
6.00	765.	2298.	53.	3011.	1477.
6.50	867.	2433.	57.	3243.	1594.
7.00	974.	2569.	62.	3481.	1714.
7.50	1087.	2704.	66.	3725.	1838.
8.00	1206.	2839.	71.	3974.	1965.
8.50	1331.	2974.	75.	4230.	2096.
9.00	1461.	3109.	80.	4491.	2229.
9.50	1598.	3244.	84.	4758.	2366.
10.00	1740.	3380.	88.	5031.	2506.
10.50	1887.	3515.	93.	5310.	2649.
11.00	2041.	3650.	97.	5594.	2796.
11.50	2201.	3785.	102.	5884.	2946.
12.00	2367.	3876.	106.	6137.	3079.
12.50	2562.	3967.	110.	6419.	3227.
13.00	2894.	4312.	115.	7091.	3574.
13.50	3247.	4657.	119.	7784.	3933.
14.00	3600.	5001.	124.	8478.	4292.
14.50	3954.	5346.	128.	9171.	4651.
15.00	4307.	5690.	133.	9865.	5010.
15.50	4667.	6035.	137.	10565.	5372.
16.00	5061.	6346.	141.	11266.	5738.
16.50	5462.	6657.	146.	11973.	6108.
17.00	5862.	6968.	150.	12681.	6477.
17.50	6263.	7280.	155.	13388.	6847.
18.00	6663.	7591.	159.	14095.	7216.
18.50	7064.	7902.	163.	14803.	7586.
19.00	7465.	8213.	168.	15510.	7956.
19.50	7865.	8525.	172.	16217.	8325.
20.00	8266.	8836.	177.	16925.	8695.
20.50	8666.	8836.	181.	17321.	8915.
21.00	9067.	8836.	186.	17717.	9136.
21.50	9467.	8836.	190.	18113.	9356.
22.00	9868.	8836.	194.	18509.	9577.
22.50	10268.	8836.	199.	18905.	9798.
23.00	10669.	8836.	203.	19302.	10018.
23.50	11070.	8836.	208.	19698.	10239.
24.00	11470.	8836.	212.	20094.	10459.
24.50	11871.	8836.	216.	20490.	10680.
25.00	12271.	8836.	221.	20886.	10901.
25.50	12672.	8836.	225.	21282.	11121.
26.00	13072.	8836.	230.	21678.	11342.
26.50	13473.	8836.	234.	22074.	11563.
27.00	13873.	8836.	239.	22471.	11783.
27.50	14274.	8836.	243.	22867.	12004.
28.00	14675.	8836.	247.	23263.	12224.
28.50	15075.	8836.	252.	23659.	12445.
29.00	15476.	8836.	256.	24055.	12666.
29.50	15876.	8836.	261.	24451.	12886.
30.00	16277.	8836.	265.	24847.	13107.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	486 di 654

30.50	16677.	8836.	269.	25244.	13327.
31.00	17078.	8836.	274.	25640.	13548.
31.50	17478.	8836.	278.	26036.	13769.
32.00	17879.	8836.	283.	26432.	13989.
32.50	18280.	8836.	287.	26828.	14210.
33.00	18680.	8836.	292.	27224.	14430.
33.50	19081.	8836.	296.	27620.	14651.
34.00	19481.	8836.	300.	28016.	14872.
34.50	19882.	8836.	305.	28413.	15092.
35.00	20282.	8836.	309.	28809.	15313.
35.50	20683.	8836.	314.	29205.	15534.
36.00	21083.	8836.	318.	29601.	15754.
36.50	21484.	8836.	323.	29997.	15975.
37.00	21885.	8836.	327.	30393.	16195.
37.50	22285.	8836.	331.	30789.	16416.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

### 14.19 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 3 (SP2)

\*\*\* 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 Potenza SP2  
 Capacit... 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 = 1.78 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.09 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 487 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 0.00 a 9.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ala " (Coesivo) da 9.00 a 14.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 100.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 14.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 488 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 20.00 a 21.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \tau &= \beta \cdot S'v < 120.0 \text{ kPa} \\ \beta &= .10 + .40 \text{ Cu/S}'v \\ \tau &> .23 \cdot S'v \\ \tau &< .55 \cdot S'v \end{aligned}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$

Strato 5 "S " (Incoerente) da 21.00 a 40.00 m

$$G_n = 23.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 13.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau \text{ variabile lin. da } 170.0 \text{ a } 170.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 5000. \text{ a } 5000. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 489 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ag "	1.00	1.00	-
2 "Ala "	1.00	1.00	1.00
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 490 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.6	731.
5.50	49.5	104.5	--	.55	27.1	774.
6.00	54.0	114.0	--	.55	29.5	816.
6.50	58.5	123.5	--	.55	32.0	859.
7.00	63.0	133.0	--	.55	34.5	901.
7.50	67.5	142.5	--	.55	36.9	944.
8.00	72.0	152.0	--	.55	39.4	986.
8.50	76.5	161.5	--	.55	41.8	1029.
9.00	81.0	171.0	--	.52	42.1	1071.
9.50	85.5	180.5	100.0	.47	40.0	1081.
10.00	90.0	190.0	100.0	.44	40.0	1090.
10.50	94.5	199.5	100.0	.42	40.0	1100.
11.00	99.0	209.0	100.0	.40	40.0	1109.
11.50	103.5	218.5	100.0	.39	40.0	1119.
12.00	108.0	228.0	100.0	.37	40.0	1128.
12.50	112.5	237.5	100.0	.36	40.0	1138.
13.00	117.0	247.0	100.0	.34	40.0	1147.
13.50	121.5	256.5	100.0	.33	40.0	1157.
14.00	126.0	266.0	100.0	.43	54.5	1166.
14.50	130.5	275.5	--	.55	71.4	1351.
15.00	135.0	285.0	--	.55	73.8	1536.
15.50	139.5	294.5	--	.55	76.3	1721.
16.00	144.0	304.0	--	.55	78.8	1870.
16.50	148.5	313.5	--	.55	81.2	2018.
17.00	153.0	323.0	--	.55	83.7	2167.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 491 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	157.5	332.5	--	.55	86.1	2316.
18.00	162.0	342.0	--	.55	88.6	2465.
18.50	166.5	351.5	--	.55	91.1	2552.
19.00	171.0	361.0	--	.55	93.5	2578.
19.50	175.5	370.5	--	.55	96.0	2604.
20.00	180.0	380.0	--	.55	98.7	2630.
20.50	185.0	390.0	250.0	.55	101.8	2640.
21.00	190.0	400.0	250.0	.72	137.3	2650.
21.50	196.5	411.5	--	.87	170.0	2911.
22.00	203.0	423.0	--	.84	170.0	3172.
22.50	209.5	434.5	--	.81	170.0	3433.
23.00	216.0	446.0	--	.79	170.0	3694.
23.50	222.5	457.5	--	.76	170.0	3956.
24.00	229.0	469.0	--	.74	170.0	4217.
24.50	235.5	480.5	--	.72	170.0	4478.
25.00	242.0	492.0	--	.70	170.0	4739.
25.50	248.5	503.5	--	.68	170.0	5000.
26.00	255.0	515.0	--	.67	170.0	5000.
26.50	261.5	526.5	--	.65	170.0	5000.
27.00	268.0	538.0	--	.63	170.0	5000.
27.50	274.5	549.5	--	.62	170.0	5000.
28.00	281.0	561.0	--	.60	170.0	5000.
28.50	287.5	572.5	--	.59	170.0	5000.
29.00	294.0	584.0	--	.58	170.0	5000.
29.50	300.5	595.5	--	.57	170.0	5000.
30.00	307.0	607.0	--	.55	170.0	5000.
30.50	313.5	618.5	--	.54	170.0	5000.
31.00	320.0	630.0	--	.53	170.0	5000.
31.50	326.5	641.5	--	.52	170.0	5000.
32.00	333.0	653.0	--	.51	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 492 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	339.5	664.5	--	.50	170.0	5000.
33.00	346.0	676.0	--	.49	170.0	5000.
33.50	352.5	687.5	--	.48	170.0	5000.
34.00	359.0	699.0	--	.47	170.0	5000.
34.50	365.5	710.5	--	.47	170.0	5000.
35.00	372.0	722.0	--	.46	170.0	5000.
35.50	378.5	733.5	--	.45	170.0	5000.
36.00	385.0	745.0	--	.44	170.0	5000.
36.50	391.5	756.5	--	.43	170.0	5000.
37.00	398.0	768.0	--	.43	170.0	5000.
37.50	404.5	779.5	--	.42	170.0	5000.
38.00	411.0	791.0	--	.41	170.0	5000.
38.50	417.5	802.5	--	.41	170.0	5000.
39.00	424.0	814.0	--	.40	170.0	5000.
39.50	430.5	825.5	--	.39	170.0	5000.
40.00	437.0	837.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 493 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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
.00	0.	676.	0.	676.	323.
.50	32.	811.	4.	839.	402.
1.00	70.	946.	9.	1007.	483.
1.50	113.	1081.	13.	1181.	568.
2.00	162.	1217.	18.	1361.	656.
2.50	217.	1292.	22.	1487.	718.
3.00	278.	1367.	27.	1619.	784.
3.50	345.	1442.	31.	1756.	853.
4.00	418.	1517.	35.	1899.	925.
4.50	496.	1592.	40.	2048.	1001.
5.00	580.	1667.	44.	2203.	1079.
5.50	670.	1742.	49.	2364.	1161.
6.00	765.	1818.	53.	2530.	1247.
6.50	866.	1893.	57.	2701.	1334.
7.00	961.	1909.	62.	2809.	1392.
7.50	1055.	1926.	66.	2915.	1448.
8.00	1150.	1943.	71.	3022.	1505.
8.50	1244.	1960.	75.	3129.	1561.
9.00	1338.	1977.	80.	3235.	1618.
9.50	1432.	1993.	84.	3342.	1675.
10.00	1527.	2010.	88.	3448.	1731.
10.50	1621.	2027.	93.	3555.	1788.
11.00	1715.	2044.	97.	3662.	1844.
11.50	1818.	2060.	102.	3777.	1906.
12.00	1975.	2387.	106.	4256.	2146.
12.50	2146.	2714.	110.	4749.	2394.
13.00	2323.	3041.	115.	5249.	2645.
13.50	2505.	3304.	119.	5690.	2869.
14.00	2694.	3567.	124.	6137.	3096.
14.50	2888.	3830.	128.	6590.	3327.
15.00	3088.	4093.	133.	7048.	3561.
15.50	3294.	4356.	137.	7513.	3798.
16.00	3506.	4510.	141.	7874.	3986.
16.50	3723.	4556.	146.	8133.	4126.
17.00	3946.	4602.	150.	8398.	4269.
17.50	4175.	4648.	155.	8668.	4415.
18.00	4412.	4665.	159.	8918.	4552.
18.50	4674.	4683.	163.	9194.	4703.
19.00	5055.	5144.	168.	10032.	5134.
19.50	5456.	5606.	172.	10889.	5575.
20.00	5856.	6067.	177.	11747.	6016.
20.50	6257.	6529.	181.	12604.	6458.
21.00	6658.	6990.	186.	13462.	6899.
21.50	7058.	7451.	190.	14320.	7341.
22.00	7459.	7913.	194.	15177.	7782.
22.50	7859.	8374.	199.	16035.	8223.
23.00	8260.	8836.	203.	16892.	8665.
23.50	8660.	8836.	208.	17288.	8885.
24.00	9061.	8836.	212.	17684.	9106.
24.50	9461.	8836.	216.	18081.	9327.
25.00	9862.	8836.	221.	18477.	9547.
25.50	10262.	8836.	225.	18873.	9768.
26.00	10663.	8836.	230.	19269.	9988.
26.50	11064.	8836.	234.	19665.	10209.
27.00	11464.	8836.	239.	20061.	10430.
27.50	11865.	8836.	243.	20457.	10650.
28.00	12265.	8836.	247.	20854.	10871.
28.50	12666.	8836.	252.	21250.	11091.
29.00	13066.	8836.	256.	21646.	11312.
29.50	13467.	8836.	261.	22042.	11533.
30.00	13867.	8836.	265.	22438.	11753.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 494 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	14268.	8836.	269.	22834.	11974.
31.00	14669.	8836.	274.	23230.	12194.
31.50	15069.	8836.	278.	23627.	12415.
32.00	15470.	8836.	283.	24023.	12636.
32.50	15870.	8836.	287.	24419.	12856.
33.00	16271.	8836.	292.	24815.	13077.
33.50	16671.	8836.	296.	25211.	13298.
34.00	17072.	8836.	300.	25607.	13518.
34.50	17472.	8836.	305.	26003.	13739.
35.00	17873.	8836.	309.	26399.	13959.
35.50	18274.	8836.	314.	26796.	14180.
36.00	18674.	8836.	318.	27192.	14401.
36.50	19075.	8836.	323.	27588.	14621.
37.00	19475.	8836.	327.	27984.	14842.
37.50	19876.	8836.	331.	28380.	15062.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q_{ll}/FS,l + Q_{bl}/FS,b - W_p$

### 14.20 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (P1+P2+P3+P4)

\*\*\* 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 Potenza P1+P2+P3+P4  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.94 (FS,l)  
 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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 495 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 0.00 a 5.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau = K \* tan(delta) \* S'v < 150.0 kPa  
K = .50                      delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 5.00 a 6.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 250.0 a 250.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 6.00 a 9.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 496 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
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 9.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 497 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 498 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.39	1.8	0.
1.00	9.0	19.0	--	.39	3.5	0.
1.50	13.5	28.5	--	.39	5.3	0.
2.00	18.0	38.0	--	.39	7.0	0.
2.50	22.5	47.5	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.47	21.2	0.
5.50	50.0	105.0	250.0	.55	27.5	0.
6.00	55.0	115.0	250.0	1.64	90.1	0.
6.50	61.5	126.5	--	2.44	150.0	0.
7.00	68.0	138.0	--	2.21	150.0	0.
7.50	74.5	149.5	--	2.01	150.0	0.
8.00	81.0	161.0	--	1.85	150.0	0.
8.50	87.5	172.5	--	1.71	150.0	0.
9.00	94.0	184.0	--	1.70	160.0	0.
9.50	100.5	195.5	--	1.69	170.0	0.
10.00	107.0	207.0	--	1.59	170.0	0.
10.50	113.5	218.5	--	1.50	170.0	0.
11.00	120.0	230.0	--	1.42	170.0	0.
11.50	126.5	241.5	--	1.34	170.0	0.
12.00	133.0	253.0	--	1.28	170.0	0.
12.50	139.5	264.5	--	1.22	170.0	0.
13.00	146.0	276.0	--	1.16	170.0	0.
13.50	152.5	287.5	--	1.11	170.0	0.
14.00	159.0	299.0	--	1.07	170.0	0.
14.50	165.5	310.5	--	1.03	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 499 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
15.00	172.0	322.0	--	.99	170.0	0.
15.50	178.5	333.5	--	.95	170.0	0.
16.00	185.0	345.0	--	.92	170.0	0.
16.50	191.5	356.5	--	.89	170.0	0.
17.00	198.0	368.0	--	.86	170.0	0.
17.50	204.5	379.5	--	.83	170.0	0.
18.00	211.0	391.0	--	.81	170.0	0.
18.50	217.5	402.5	--	.78	170.0	0.
19.00	224.0	414.0	--	.76	170.0	0.
19.50	230.5	425.5	--	.74	170.0	0.
20.00	237.0	437.0	--	.72	170.0	0.
20.50	243.5	448.5	--	.70	170.0	0.
21.00	250.0	460.0	--	.68	170.0	0.
21.50	256.5	471.5	--	.66	170.0	0.
22.00	263.0	483.0	--	.65	170.0	0.
22.50	269.5	494.5	--	.63	170.0	0.
23.00	276.0	506.0	--	.62	170.0	0.
23.50	282.5	517.5	--	.60	170.0	0.
24.00	289.0	529.0	--	.59	170.0	0.
24.50	295.5	540.5	--	.58	170.0	0.
25.00	302.0	552.0	--	.56	170.0	0.
25.50	308.5	563.5	--	.55	170.0	0.
26.00	315.0	575.0	--	.54	170.0	0.
26.50	321.5	586.5	--	.53	170.0	0.
27.00	328.0	598.0	--	.52	170.0	0.
27.50	334.5	609.5	--	.51	170.0	0.
28.00	341.0	621.0	--	.50	170.0	0.
28.50	347.5	632.5	--	.49	170.0	0.
29.00	354.0	644.0	--	.48	170.0	0.
29.50	360.5	655.5	--	.47	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 500 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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
30.00	367.0	667.0	--	.46	170.0	0.
30.50	373.5	678.5	--	.46	170.0	0.
31.00	380.0	690.0	--	.45	170.0	0.
31.50	386.5	701.5	--	.44	170.0	0.
32.00	393.0	713.0	--	.43	170.0	0.
32.50	399.5	724.5	--	.43	170.0	0.
33.00	406.0	736.0	--	.42	170.0	0.
33.50	412.5	747.5	--	.41	170.0	0.
34.00	419.0	759.0	--	.41	170.0	0.
34.50	425.5	770.5	--	.40	170.0	0.
35.00	432.0	782.0	--	.39	170.0	0.
35.50	438.5	793.5	--	.39	170.0	0.
36.00	445.0	805.0	--	.38	170.0	0.
36.50	451.5	816.5	--	.38	170.0	0.
37.00	458.0	828.0	--	.37	170.0	0.
37.50	464.5	839.5	--	.37	170.0	0.
38.00	471.0	851.0	--	.36	170.0	0.
38.50	477.5	862.5	--	.36	170.0	0.
39.00	484.0	874.0	--	.35	170.0	0.
39.50	490.5	885.5	--	.35	170.0	0.
40.00	497.0	897.0	--	.34	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 501 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P1+P2+P3+P4  
 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	2.	0.	-13.	15.	14.
1.00	8.	0.	-27.	35.	31.
1.50	19.	0.	-40.	58.	49.
2.00	33.	0.	-53.	86.	70.
2.50	52.	0.	-66.	118.	93.
3.00	75.	0.	-80.	154.	118.
3.50	101.	0.	-93.	194.	145.
4.00	133.	0.	-106.	239.	174.
4.50	168.	0.	-119.	287.	206.
5.00	209.	0.	-133.	342.	240.
5.50	269.	0.	-146.	414.	284.
6.00	372.	0.	-159.	531.	351.
6.50	690.	0.	-172.	862.	528.
7.00	1044.	0.	-186.	1229.	723.
7.50	1397.	0.	-199.	1596.	919.
8.00	1750.	0.	-212.	1962.	1114.
8.50	2104.	0.	-225.	2329.	1310.
9.00	2463.	0.	-239.	2702.	1508.
9.50	2858.	0.	-252.	3110.	1725.
10.00	3258.	0.	-265.	3523.	1945.
10.50	3659.	0.	-278.	3937.	2164.
11.00	4059.	0.	-292.	4351.	2384.
11.50	4460.	0.	-305.	4765.	2604.
12.00	4861.	0.	-318.	5179.	2824.
12.50	5261.	0.	-331.	5592.	3043.
13.00	5662.	0.	-345.	6006.	3263.
13.50	6062.	0.	-358.	6420.	3483.
14.00	6463.	0.	-371.	6834.	3702.
14.50	6863.	0.	-384.	7248.	3922.
15.00	7264.	0.	-398.	7662.	4142.
15.50	7664.	0.	-411.	8075.	4362.
16.00	8065.	0.	-424.	8489.	4581.
16.50	8466.	0.	-437.	8903.	4801.
17.00	8866.	0.	-451.	9317.	5021.
17.50	9267.	0.	-464.	9731.	5241.
18.00	9667.	0.	-477.	10144.	5460.
18.50	10068.	0.	-490.	10558.	5680.
19.00	10468.	0.	-504.	10972.	5900.
19.50	10869.	0.	-517.	11386.	6119.
20.00	11269.	0.	-530.	11800.	6339.
20.50	11670.	0.	-543.	12213.	6559.
21.00	12071.	0.	-557.	12627.	6779.
21.50	12471.	0.	-570.	13041.	6998.
22.00	12872.	0.	-583.	13455.	7218.
22.50	13272.	0.	-596.	13869.	7438.
23.00	13673.	0.	-610.	14282.	7657.
23.50	14073.	0.	-623.	14696.	7877.
24.00	14474.	0.	-636.	15110.	8097.
24.50	14874.	0.	-649.	15524.	8317.
25.00	15275.	0.	-663.	15938.	8536.
25.50	15676.	0.	-676.	16351.	8756.
26.00	16076.	0.	-689.	16765.	8976.
26.50	16477.	0.	-702.	17179.	9196.
27.00	16877.	0.	-716.	17593.	9415.
27.50	17278.	0.	-729.	18007.	9635.
28.00	17678.	0.	-742.	18420.	9855.
28.50	18079.	0.	-755.	18834.	10074.
29.00	18479.	0.	-769.	19248.	10294.
29.50	18880.	0.	-782.	19662.	10514.
30.00	19280.	0.	-795.	20076.	10734.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 502 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

30.50	19681.	0.	-808.	20490.	10953.
31.00	20082.	0.	-822.	20903.	11173.
31.50	20482.	0.	-835.	21317.	11393.
32.00	20883.	0.	-848.	21731.	11613.
32.50	21283.	0.	-861.	22145.	11832.
33.00	21684.	0.	-875.	22559.	12052.
33.50	22084.	0.	-888.	22972.	12272.
34.00	22485.	0.	-901.	23386.	12491.
34.50	22885.	0.	-914.	23800.	12711.
35.00	23286.	0.	-928.	24214.	12931.
35.50	23687.	0.	-941.	24628.	13151.
36.00	24087.	0.	-954.	25041.	13370.
36.50	24488.	0.	-968.	25455.	13590.
37.00	24888.	0.	-981.	25869.	13810.
37.50	25289.	0.	-994.	26283.	14029.
38.00	25689.	0.	-1007.	26697.	14249.
38.50	26090.	0.	-1021.	27110.	14469.
39.00	26490.	0.	-1034.	27524.	14689.
39.50	26891.	0.	-1047.	27938.	14908.
40.00	27292.	0.	-1060.	28352.	15128.

-----  
 Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.21 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (SP1+P5)

\*\*\* 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 Potenza SP1+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 = 1.94 (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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 503 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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 "Ag " (Incoerente) da .00 a 14.00 m

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

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$   
K = .50                                   $\delta = 38.0 \text{ deg}$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 14.00 a 15.00 m

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

$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$   
 $\beta = .10 + .40 Cu/S'v$   
 $\tau > .23 * S'v$   
 $\tau < .55 * S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 250.0 a 250.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 15.00 a 18.00 m

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

Qb variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 504 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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 18.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 505 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+P5  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 506 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.39	17.6	0.
5.50	49.5	104.5	--	.39	19.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.39	21.1	0.
6.50	58.5	123.5	--	.39	22.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.39	24.6	0.
7.50	67.5	142.5	--	.39	26.4	0.
8.00	72.0	152.0	--	.39	28.1	0.
8.50	76.5	161.5	--	.39	29.9	0.
9.00	81.0	171.0	--	.39	31.6	0.
9.50	85.5	180.5	--	.39	33.4	0.
10.00	90.0	190.0	--	.39	35.2	0.
10.50	94.5	199.5	--	.39	36.9	0.
11.00	99.0	209.0	--	.39	38.7	0.
11.50	103.5	218.5	--	.39	40.4	0.
12.00	108.0	228.0	--	.39	42.2	0.
12.50	112.5	237.5	--	.39	43.9	0.
13.00	117.0	247.0	--	.39	45.7	0.
13.50	121.5	256.5	--	.39	47.5	0.
14.00	126.0	266.0	--	.47	59.3	0.
14.50	131.0	276.0	250.0	.55	72.1	0.
15.00	136.0	286.0	250.0	.83	112.4	0.
15.50	142.5	297.5	--	1.05	150.0	0.
16.00	149.0	309.0	--	1.01	150.0	0.
16.50	155.5	320.5	--	.96	150.0	0.
17.00	162.0	332.0	--	.93	150.0	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 507 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	168.5	343.5	--	.89	150.0	0.
18.00	175.0	355.0	--	.91	160.0	0.
18.50	181.5	366.5	--	.94	170.0	0.
19.00	188.0	378.0	--	.90	170.0	0.
19.50	194.5	389.5	--	.87	170.0	0.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	0.
20.50	207.5	412.5	--	.82	170.0	0.
21.00	214.0	424.0	--	.79	170.0	0.
21.50	220.5	435.5	--	.77	170.0	0.
22.00	227.0	447.0	--	.75	170.0	0.
22.50	233.5	458.5	--	.73	170.0	0.
23.00	240.0	470.0	--	.71	170.0	0.
23.50	246.5	481.5	--	.69	170.0	0.
24.00	253.0	493.0	--	.67	170.0	0.
24.50	259.5	504.5	--	.66	170.0	0.
25.00	266.0	516.0	--	.64	170.0	0.
25.50	272.5	527.5	--	.62	170.0	0.
26.00	279.0	539.0	--	.61	170.0	0.
26.50	285.5	550.5	--	.60	170.0	0.
27.00	292.0	562.0	--	.58	170.0	0.
27.50	298.5	573.5	--	.57	170.0	0.
28.00	305.0	585.0	--	.56	170.0	0.
28.50	311.5	596.5	--	.55	170.0	0.
29.00	318.0	608.0	--	.53	170.0	0.
29.50	324.5	619.5	--	.52	170.0	0.
30.00	331.0	631.0	--	.51	170.0	0.
30.50	337.5	642.5	--	.50	170.0	0.
31.00	344.0	654.0	--	.49	170.0	0.
31.50	350.5	665.5	--	.49	170.0	0.
32.00	357.0	677.0	--	.48	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 508 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	363.5	688.5	--	.47	170.0	0.
33.00	370.0	700.0	--	.46	170.0	0.
33.50	376.5	711.5	--	.45	170.0	0.
34.00	383.0	723.0	--	.44	170.0	0.
34.50	389.5	734.5	--	.44	170.0	0.
35.00	396.0	746.0	--	.43	170.0	0.
35.50	402.5	757.5	--	.42	170.0	0.
36.00	409.0	769.0	--	.42	170.0	0.
36.50	415.5	780.5	--	.41	170.0	0.
37.00	422.0	792.0	--	.40	170.0	0.
37.50	428.5	803.5	--	.40	170.0	0.
38.00	435.0	815.0	--	.39	170.0	0.
38.50	441.5	826.5	--	.39	170.0	0.
39.00	448.0	838.0	--	.38	170.0	0.
39.50	454.5	849.5	--	.37	170.0	0.
40.00	461.0	861.0	--	.37	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 509 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+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	23.	0.	-13.	36.	25.
1.00	50.	0.	-27.	76.	52.
1.50	81.	0.	-40.	121.	81.
2.00	116.	0.	-53.	169.	113.
2.50	155.	0.	-66.	222.	146.
3.00	199.	0.	-80.	278.	182.
3.50	246.	0.	-93.	339.	220.
4.00	298.	0.	-106.	404.	260.
4.50	354.	0.	-119.	473.	302.
5.00	414.	0.	-133.	547.	346.
5.50	478.	0.	-146.	624.	392.
6.00	547.	0.	-159.	706.	441.
6.50	619.	0.	-172.	792.	491.
7.00	696.	0.	-186.	881.	544.
7.50	777.	0.	-199.	975.	599.
8.00	862.	0.	-212.	1074.	656.
8.50	951.	0.	-225.	1176.	715.
9.00	1044.	0.	-239.	1282.	777.
9.50	1141.	0.	-252.	1393.	840.
10.00	1243.	0.	-265.	1508.	906.
10.50	1348.	0.	-278.	1627.	973.
11.00	1458.	0.	-292.	1750.	1043.
11.50	1578.	0.	-305.	1883.	1118.
12.00	1738.	0.	-318.	2056.	1214.
12.50	1934.	0.	-331.	2265.	1328.
13.00	2265.	0.	-345.	2609.	1512.
13.50	2618.	0.	-358.	2976.	1707.
14.00	2972.	0.	-371.	3343.	1903.
14.50	3325.	0.	-384.	3709.	2098.
15.00	3679.	0.	-398.	4076.	2294.
15.50	4038.	0.	-411.	4449.	2492.
16.00	4433.	0.	-424.	4857.	2709.
16.50	4833.	0.	-437.	5270.	2929.
17.00	5234.	0.	-451.	5684.	3148.
17.50	5634.	0.	-464.	6098.	3368.
18.00	6035.	0.	-477.	6512.	3588.
18.50	6435.	0.	-490.	6926.	3808.
19.00	6836.	0.	-504.	7339.	4027.
19.50	7236.	0.	-517.	7753.	4247.
20.00	7637.	0.	-530.	8167.	4467.
20.50	8037.	0.	-543.	8581.	4686.
21.00	8438.	0.	-557.	8995.	4906.
21.50	8839.	0.	-570.	9409.	5126.
22.00	9239.	0.	-583.	9822.	5346.
22.50	9640.	0.	-596.	10236.	5565.
23.00	10040.	0.	-610.	10650.	5785.
23.50	10441.	0.	-623.	11064.	6005.
24.00	10841.	0.	-636.	11478.	6225.
24.50	11242.	0.	-649.	11891.	6444.
25.00	11642.	0.	-663.	12305.	6664.
25.50	12043.	0.	-676.	12719.	6884.
26.00	12444.	0.	-689.	13133.	7103.
26.50	12844.	0.	-702.	13547.	7323.
27.00	13245.	0.	-716.	13960.	7543.
27.50	13645.	0.	-729.	14374.	7763.
28.00	14046.	0.	-742.	14788.	7982.
28.50	14446.	0.	-755.	15202.	8202.
29.00	14847.	0.	-769.	15616.	8422.
29.50	15247.	0.	-782.	16029.	8641.
30.00	15648.	0.	-795.	16443.	8861.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	510 di 654

30.50	16049.	0.	-808.	16857.	9081.
31.00	16449.	0.	-822.	17271.	9301.
31.50	16850.	0.	-835.	17685.	9520.
32.00	17250.	0.	-848.	18098.	9740.
32.50	17651.	0.	-861.	18512.	9960.
33.00	18051.	0.	-875.	18926.	10180.
33.50	18452.	0.	-888.	19340.	10399.
34.00	18852.	0.	-901.	19754.	10619.
34.50	19253.	0.	-914.	20167.	10839.
35.00	19654.	0.	-928.	20581.	11058.
35.50	20054.	0.	-941.	20995.	11278.
36.00	20455.	0.	-954.	21409.	11498.
36.50	20855.	0.	-968.	21823.	11718.
37.00	21256.	0.	-981.	22237.	11937.
37.50	21656.	0.	-994.	22650.	12157.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

### 14.22 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 3 (SP2)

\*\*\* 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 Potenza SP2  
 Capacit... 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 = 1.94 (FS,l)  
 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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 511 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da 0.00 a 9.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .50 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 0. \text{ a } 0. \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ala " (Coesivo) da 9.00 a 14.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 0. \text{ a } 0. \text{ kPa}$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 100.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "Ag " (Incoerente) da 14.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .50 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 0. \text{ a } 0. \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 512 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "Salt " (Coesivo) da 20.00 a 21.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 250.0 a 250.0 kPa

Strato 5 "S " (Incoerente) da 21.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 513 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ag "	1.00	1.00	-
2 "Ala "	1.00	1.00	1.00
3 "Ag "	1.00	1.00	-
4 "Salt "	1.00	1.00	1.00
5 "S "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 514 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.39	17.6	0.
5.50	49.5	104.5	--	.39	19.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.39	21.1	0.
6.50	58.5	123.5	--	.39	22.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.39	24.6	0.
7.50	67.5	142.5	--	.39	26.4	0.
8.00	72.0	152.0	--	.39	28.1	0.
8.50	76.5	161.5	--	.39	29.9	0.
9.00	81.0	171.0	--	.44	35.8	0.
9.50	85.5	180.5	100.0	.47	40.0	0.
10.00	90.0	190.0	100.0	.44	40.0	0.
10.50	94.5	199.5	100.0	.42	40.0	0.
11.00	99.0	209.0	100.0	.40	40.0	0.
11.50	103.5	218.5	100.0	.39	40.0	0.
12.00	108.0	228.0	100.0	.37	40.0	0.
12.50	112.5	237.5	100.0	.36	40.0	0.
13.00	117.0	247.0	100.0	.34	40.0	0.
13.50	121.5	256.5	100.0	.33	40.0	0.
14.00	126.0	266.0	100.0	.35	44.6	0.
14.50	130.5	275.5	--	.39	51.0	0.
15.00	135.0	285.0	--	.39	52.7	0.
15.50	139.5	294.5	--	.39	54.5	0.
16.00	144.0	304.0	--	.39	56.3	0.
16.50	148.5	313.5	--	.39	58.0	0.
17.00	153.0	323.0	--	.39	59.8	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 515 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	157.5	332.5	--	.39	61.5	0.
18.00	162.0	342.0	--	.39	63.3	0.
18.50	166.5	351.5	--	.39	65.0	0.
19.00	171.0	361.0	--	.39	66.8	0.
19.50	175.5	370.5	--	.39	68.6	0.
20.00	180.0	380.0	--	.47	84.7	0.
20.50	185.0	390.0	250.0	.55	101.8	0.
21.00	190.0	400.0	250.0	.72	137.3	0.
21.50	196.5	411.5	--	.87	170.0	0.
22.00	203.0	423.0	--	.84	170.0	0.
22.50	209.5	434.5	--	.81	170.0	0.
23.00	216.0	446.0	--	.79	170.0	0.
23.50	222.5	457.5	--	.76	170.0	0.
24.00	229.0	469.0	--	.74	170.0	0.
24.50	235.5	480.5	--	.72	170.0	0.
25.00	242.0	492.0	--	.70	170.0	0.
25.50	248.5	503.5	--	.68	170.0	0.
26.00	255.0	515.0	--	.67	170.0	0.
26.50	261.5	526.5	--	.65	170.0	0.
27.00	268.0	538.0	--	.63	170.0	0.
27.50	274.5	549.5	--	.62	170.0	0.
28.00	281.0	561.0	--	.60	170.0	0.
28.50	287.5	572.5	--	.59	170.0	0.
29.00	294.0	584.0	--	.58	170.0	0.
29.50	300.5	595.5	--	.57	170.0	0.
30.00	307.0	607.0	--	.55	170.0	0.
30.50	313.5	618.5	--	.54	170.0	0.
31.00	320.0	630.0	--	.53	170.0	0.
31.50	326.5	641.5	--	.52	170.0	0.
32.00	333.0	653.0	--	.51	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 516 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	339.5	664.5	--	.50	170.0	0.
33.00	346.0	676.0	--	.49	170.0	0.
33.50	352.5	687.5	--	.48	170.0	0.
34.00	359.0	699.0	--	.47	170.0	0.
34.50	365.5	710.5	--	.47	170.0	0.
35.00	372.0	722.0	--	.46	170.0	0.
35.50	378.5	733.5	--	.45	170.0	0.
36.00	385.0	745.0	--	.44	170.0	0.
36.50	391.5	756.5	--	.43	170.0	0.
37.00	398.0	768.0	--	.43	170.0	0.
37.50	404.5	779.5	--	.42	170.0	0.
38.00	411.0	791.0	--	.41	170.0	0.
38.50	417.5	802.5	--	.41	170.0	0.
39.00	424.0	814.0	--	.40	170.0	0.
39.50	430.5	825.5	--	.39	170.0	0.
40.00	437.0	837.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 517 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2  
 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	23.	0.	-13.	36.	25.
1.00	50.	0.	-27.	76.	52.
1.50	81.	0.	-40.	121.	81.
2.00	116.	0.	-53.	169.	113.
2.50	155.	0.	-66.	222.	146.
3.00	199.	0.	-80.	278.	182.
3.50	246.	0.	-93.	339.	220.
4.00	298.	0.	-106.	404.	260.
4.50	354.	0.	-119.	473.	302.
5.00	414.	0.	-133.	547.	346.
5.50	478.	0.	-146.	624.	392.
6.00	547.	0.	-159.	706.	441.
6.50	622.	0.	-172.	794.	493.
7.00	713.	0.	-186.	899.	553.
7.50	808.	0.	-199.	1007.	615.
8.00	902.	0.	-212.	1114.	677.
8.50	996.	0.	-225.	1222.	739.
9.00	1090.	0.	-239.	1329.	801.
9.50	1185.	0.	-252.	1437.	862.
10.00	1279.	0.	-265.	1544.	924.
10.50	1373.	0.	-278.	1652.	986.
11.00	1467.	0.	-292.	1759.	1048.
11.50	1564.	0.	-305.	1869.	1111.
12.00	1680.	0.	-318.	1998.	1184.
12.50	1802.	0.	-331.	2133.	1260.
13.00	1928.	0.	-345.	2273.	1339.
13.50	2059.	0.	-358.	2417.	1419.
14.00	2193.	0.	-371.	2564.	1502.
14.50	2332.	0.	-384.	2716.	1586.
15.00	2475.	0.	-398.	2873.	1673.
15.50	2622.	0.	-411.	3033.	1762.
16.00	2773.	0.	-424.	3197.	1854.
16.50	2929.	0.	-437.	3366.	1947.
17.00	3088.	0.	-451.	3539.	2042.
17.50	3260.	0.	-464.	3724.	2144.
18.00	3488.	0.	-477.	3965.	2275.
18.50	3750.	0.	-490.	4241.	2424.
19.00	4132.	0.	-504.	4635.	2633.
19.50	4532.	0.	-517.	5049.	2853.
20.00	4933.	0.	-530.	5463.	3073.
20.50	5333.	0.	-543.	5877.	3293.
21.00	5734.	0.	-557.	6291.	3512.
21.50	6134.	0.	-570.	6704.	3732.
22.00	6535.	0.	-583.	7118.	3952.
22.50	6936.	0.	-596.	7532.	4171.
23.00	7336.	0.	-610.	7946.	4391.
23.50	7737.	0.	-623.	8360.	4611.
24.00	8137.	0.	-636.	8773.	4831.
24.50	8538.	0.	-649.	9187.	5050.
25.00	8938.	0.	-663.	9601.	5270.
25.50	9339.	0.	-676.	10015.	5490.
26.00	9739.	0.	-689.	10429.	5709.
26.50	10140.	0.	-702.	10842.	5929.
27.00	10540.	0.	-716.	11256.	6149.
27.50	10941.	0.	-729.	11670.	6369.
28.00	11342.	0.	-742.	12084.	6588.
28.50	11742.	0.	-755.	12498.	6808.
29.00	12143.	0.	-769.	12911.	7028.
29.50	12543.	0.	-782.	13325.	7248.
30.00	12944.	0.	-795.	13739.	7467.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	518 di 654

30.50	13344.	0.	-808.	14153.	7687.
31.00	13745.	0.	-822.	14567.	7907.
31.50	14145.	0.	-835.	14980.	8126.
32.00	14546.	0.	-848.	15394.	8346.
32.50	14947.	0.	-861.	15808.	8566.
33.00	15347.	0.	-875.	16222.	8786.
33.50	15748.	0.	-888.	16636.	9005.
34.00	16148.	0.	-901.	17049.	9225.
34.50	16549.	0.	-914.	17463.	9445.
35.00	16949.	0.	-928.	17877.	9665.
35.50	17350.	0.	-941.	18291.	9884.
36.00	17750.	0.	-954.	18705.	10104.
36.50	18151.	0.	-968.	19119.	10324.
37.00	18552.	0.	-981.	19532.	10543.
37.50	18952.	0.	-994.	19946.	10763.

Ip = Lunghezza utile del palo  
 Qll = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

### 14.23 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). P2, P3, P4 CON SCALZAMENTO (STRATIGRAFIA 1)

\*\*\* 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 Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.78 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.09 (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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 519 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da .00 a 3.10 m

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

Tau variabile lin. da .0 a .0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 3.10 a 6.00 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 = 9.0 \* Cu + Sv

Cu variabile lin. da 250.0 a 250.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 6.00 a 9.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 520 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
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 9.00 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 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 521 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 522 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.00	.0	0.
1.00	9.0	19.0	--	.00	.0	0.
1.50	13.5	28.5	--	.00	.0	0.
2.00	18.0	38.0	--	.00	.0	0.
2.50	22.5	47.5	--	.00	.0	0.
3.00	27.0	57.0	--	.28	7.4	0.
3.50	32.0	67.0	250.0	.55	17.6	266.
4.00	37.0	77.0	250.0	.55	20.4	533.
4.50	42.0	87.0	250.0	.55	23.1	799.
5.00	47.0	97.0	250.0	.55	25.9	1065.
5.50	52.0	107.0	250.0	.55	28.6	1332.
6.00	57.0	117.0	250.0	1.59	90.7	1598.
6.50	63.5	128.5	--	2.36	150.0	1865.
7.00	70.0	140.0	--	2.14	150.0	2132.
7.50	76.5	151.5	--	1.96	150.0	2399.
8.00	83.0	163.0	--	1.81	150.0	2666.
8.50	89.5	174.5	--	1.68	150.0	2932.
9.00	96.0	186.0	--	1.67	160.0	3199.
9.50	102.5	197.5	--	1.66	170.0	3399.
10.00	109.0	209.0	--	1.56	170.0	3599.
10.50	115.5	220.5	--	1.47	170.0	3800.
11.00	122.0	232.0	--	1.39	170.0	4000.
11.50	128.5	243.5	--	1.32	170.0	4200.
12.00	135.0	255.0	--	1.26	170.0	4400.
12.50	141.5	266.5	--	1.20	170.0	4600.
13.00	148.0	278.0	--	1.15	170.0	4800.
13.50	154.5	289.5	--	1.10	170.0	5000.
14.00	161.0	301.0	--	1.06	170.0	5000.
14.50	167.5	312.5	--	1.01	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 523 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
15.00	174.0	324.0	--	.98	170.0	5000.
15.50	180.5	335.5	--	.94	170.0	5000.
16.00	187.0	347.0	--	.91	170.0	5000.
16.50	193.5	358.5	--	.88	170.0	5000.
17.00	200.0	370.0	--	.85	170.0	5000.
17.50	206.5	381.5	--	.82	170.0	5000.
18.00	213.0	393.0	--	.80	170.0	5000.
18.50	219.5	404.5	--	.77	170.0	5000.
19.00	226.0	416.0	--	.75	170.0	5000.
19.50	232.5	427.5	--	.73	170.0	5000.
20.00	239.0	439.0	--	.71	170.0	5000.
20.50	245.5	450.5	--	.69	170.0	5000.
21.00	252.0	462.0	--	.67	170.0	5000.
21.50	258.5	473.5	--	.66	170.0	5000.
22.00	265.0	485.0	--	.64	170.0	5000.
22.50	271.5	496.5	--	.63	170.0	5000.
23.00	278.0	508.0	--	.61	170.0	5000.
23.50	284.5	519.5	--	.60	170.0	5000.
24.00	291.0	531.0	--	.58	170.0	5000.
24.50	297.5	542.5	--	.57	170.0	5000.
25.00	304.0	554.0	--	.56	170.0	5000.
25.50	310.5	565.5	--	.55	170.0	5000.
26.00	317.0	577.0	--	.54	170.0	5000.
26.50	323.5	588.5	--	.53	170.0	5000.
27.00	330.0	600.0	--	.52	170.0	5000.
27.50	336.5	611.5	--	.51	170.0	5000.
28.00	343.0	623.0	--	.50	170.0	5000.
28.50	349.5	634.5	--	.49	170.0	5000.
29.00	356.0	646.0	--	.48	170.0	5000.
29.50	362.5	657.5	--	.47	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 524 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
30.00	369.0	669.0	--	.46	170.0	5000.
30.50	375.5	680.5	--	.45	170.0	5000.
31.00	382.0	692.0	--	.45	170.0	5000.
31.50	388.5	703.5	--	.44	170.0	5000.
32.00	395.0	715.0	--	.43	170.0	5000.
32.50	401.5	726.5	--	.42	170.0	5000.
33.00	408.0	738.0	--	.42	170.0	5000.
33.50	414.5	749.5	--	.41	170.0	5000.
34.00	421.0	761.0	--	.40	170.0	5000.
34.50	427.5	772.5	--	.40	170.0	5000.
35.00	434.0	784.0	--	.39	170.0	5000.
35.50	440.5	795.5	--	.39	170.0	5000.
36.00	447.0	807.0	--	.38	170.0	5000.
36.50	453.5	818.5	--	.37	170.0	5000.
37.00	460.0	830.0	--	.37	170.0	5000.
37.50	466.5	841.5	--	.36	170.0	5000.
38.00	473.0	853.0	--	.36	170.0	5000.
38.50	479.5	864.5	--	.35	170.0	5000.
39.00	486.0	876.0	--	.35	170.0	5000.
39.50	492.5	887.5	--	.35	170.0	5000.
40.00	499.0	899.0	--	.34	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 525 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	4.	-4.	-4.
1.00	0.	0.	9.	-9.	-9.
1.50	0.	0.	13.	-13.	-13.
2.00	0.	0.	18.	-18.	-18.
2.50	0.	0.	22.	-22.	-22.
3.00	4.	0.	27.	-22.	-24.
3.50	38.	471.	31.	478.	216.
4.00	83.	941.	35.	989.	462.
4.50	134.	1412.	40.	1506.	711.
5.00	192.	1883.	44.	2030.	964.
5.50	256.	2353.	49.	2561.	1221.
6.00	362.	2824.	53.	3132.	1501.
6.50	680.	3296.	57.	3918.	1901.
7.00	1033.	3767.	62.	4739.	2321.
7.50	1387.	4239.	66.	5559.	2741.
8.00	1740.	4710.	71.	6380.	3161.
8.50	2094.	5182.	75.	7201.	3581.
9.00	2453.	5654.	80.	8027.	4004.
9.50	2848.	6007.	84.	8771.	4390.
10.00	3248.	6361.	88.	9521.	4780.
10.50	3649.	6714.	93.	10270.	5170.
11.00	4049.	7068.	97.	11020.	5560.
11.50	4450.	7421.	102.	11770.	5949.
12.00	4850.	7775.	106.	12519.	6339.
12.50	5251.	8129.	110.	13269.	6729.
13.00	5652.	8482.	115.	14019.	7119.
13.50	6052.	8836.	119.	14769.	7508.
14.00	6453.	8836.	124.	15165.	7729.
14.50	6853.	8836.	128.	15561.	7950.
15.00	7254.	8836.	133.	15957.	8170.
15.50	7654.	8836.	137.	16353.	8391.
16.00	8055.	8836.	141.	16749.	8611.
16.50	8455.	8836.	146.	17145.	8832.
17.00	8856.	8836.	150.	17542.	9053.
17.50	9257.	8836.	155.	17938.	9273.
18.00	9657.	8836.	159.	18334.	9494.
18.50	10058.	8836.	163.	18730.	9715.
19.00	10458.	8836.	168.	19126.	9935.
19.50	10859.	8836.	172.	19522.	10156.
20.00	11259.	8836.	177.	19918.	10376.
20.50	11660.	8836.	181.	20314.	10597.
21.00	12060.	8836.	186.	20711.	10818.
21.50	12461.	8836.	190.	21107.	11038.
22.00	12862.	8836.	194.	21503.	11259.
22.50	13262.	8836.	199.	21899.	11479.
23.00	13663.	8836.	203.	22295.	11700.
23.50	14063.	8836.	208.	22691.	11921.
24.00	14464.	8836.	212.	23087.	12141.
24.50	14864.	8836.	216.	23484.	12362.
25.00	15265.	8836.	221.	23880.	12582.
25.50	15665.	8836.	225.	24276.	12803.
26.00	16066.	8836.	230.	24672.	13024.
26.50	16466.	8836.	234.	25068.	13244.
27.00	16867.	8836.	239.	25464.	13465.
27.50	17268.	8836.	243.	25860.	13686.
28.00	17668.	8836.	247.	26256.	13906.
28.50	18069.	8836.	252.	26653.	14127.
29.00	18469.	8836.	256.	27049.	14347.
29.50	18870.	8836.	261.	27445.	14568.
30.00	19270.	8836.	265.	27841.	14789.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	526 di 654

30.50	19671.	8836.	269.	28237.	15009.
31.00	20071.	8836.	274.	28633.	15230.
31.50	20472.	8836.	278.	29029.	15450.
32.00	20873.	8836.	283.	29426.	15671.
32.50	21273.	8836.	287.	29822.	15892.
33.00	21674.	8836.	292.	30218.	16112.
33.50	22074.	8836.	296.	30614.	16333.
34.00	22475.	8836.	300.	31010.	16554.
34.50	22875.	8836.	305.	31406.	16774.
35.00	23276.	8836.	309.	31802.	16995.
35.50	23676.	8836.	314.	32199.	17215.
36.00	24077.	8836.	318.	32595.	17436.
36.50	24478.	8836.	323.	32991.	17657.
37.00	24878.	8836.	327.	33387.	17877.
37.50	25279.	8836.	331.	33783.	18098.
38.00	25679.	8836.	336.	34179.	18318.
38.50	26080.	8836.	340.	34575.	18539.
39.00	26480.	8836.	345.	34971.	18760.
39.50	26881.	8836.	349.	35368.	18980.
40.00	27281.	8836.	353.	35764.	19201.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.24 VI POTENZA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). P2, P3, P4 CON SCALZAMENTO (STRATIGRAFIA 1)

\*\*\* 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 Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.94 (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 Qb,i ad esso attribuibile è superiore a quella degli  
 strati adiacenti:

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 527 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ag " (Incoerente) da .00 a 3.10 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da .0 a .0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "Salt " (Coesivo) da 3.10 a 6.00 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>

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 250.0 a 250.0 kPa

Strato 3 "S " (Incoerente) da 6.00 a 9.00 m

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

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 528 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
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 9.00 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 529 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

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

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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 530 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	--	.00	.0	0.
1.00	9.0	19.0	--	.00	.0	0.
1.50	13.5	28.5	--	.00	.0	0.
2.00	18.0	38.0	--	.00	.0	0.
2.50	22.5	47.5	--	.00	.0	0.
3.00	27.0	57.0	--	.28	7.4	0.
3.50	32.0	67.0	250.0	.55	17.6	0.
4.00	37.0	77.0	250.0	.55	20.4	0.
4.50	42.0	87.0	250.0	.55	23.1	0.
5.00	47.0	97.0	250.0	.55	25.9	0.
5.50	52.0	107.0	250.0	.55	28.6	0.
6.00	57.0	117.0	250.0	1.59	90.7	0.
6.50	63.5	128.5	--	2.36	150.0	0.
7.00	70.0	140.0	--	2.14	150.0	0.
7.50	76.5	151.5	--	1.96	150.0	0.
8.00	83.0	163.0	--	1.81	150.0	0.
8.50	89.5	174.5	--	1.68	150.0	0.
9.00	96.0	186.0	--	1.67	160.0	0.
9.50	102.5	197.5	--	1.66	170.0	0.
10.00	109.0	209.0	--	1.56	170.0	0.
10.50	115.5	220.5	--	1.47	170.0	0.
11.00	122.0	232.0	--	1.39	170.0	0.
11.50	128.5	243.5	--	1.32	170.0	0.
12.00	135.0	255.0	--	1.26	170.0	0.
12.50	141.5	266.5	--	1.20	170.0	0.
13.00	148.0	278.0	--	1.15	170.0	0.
13.50	154.5	289.5	--	1.10	170.0	0.
14.00	161.0	301.0	--	1.06	170.0	0.
14.50	167.5	312.5	--	1.01	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 531 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
15.00	174.0	324.0	--	.98	170.0	0.
15.50	180.5	335.5	--	.94	170.0	0.
16.00	187.0	347.0	--	.91	170.0	0.
16.50	193.5	358.5	--	.88	170.0	0.
17.00	200.0	370.0	--	.85	170.0	0.
17.50	206.5	381.5	--	.82	170.0	0.
18.00	213.0	393.0	--	.80	170.0	0.
18.50	219.5	404.5	--	.77	170.0	0.
19.00	226.0	416.0	--	.75	170.0	0.
19.50	232.5	427.5	--	.73	170.0	0.
20.00	239.0	439.0	--	.71	170.0	0.
20.50	245.5	450.5	--	.69	170.0	0.
21.00	252.0	462.0	--	.67	170.0	0.
21.50	258.5	473.5	--	.66	170.0	0.
22.00	265.0	485.0	--	.64	170.0	0.
22.50	271.5	496.5	--	.63	170.0	0.
23.00	278.0	508.0	--	.61	170.0	0.
23.50	284.5	519.5	--	.60	170.0	0.
24.00	291.0	531.0	--	.58	170.0	0.
24.50	297.5	542.5	--	.57	170.0	0.
25.00	304.0	554.0	--	.56	170.0	0.
25.50	310.5	565.5	--	.55	170.0	0.
26.00	317.0	577.0	--	.54	170.0	0.
26.50	323.5	588.5	--	.53	170.0	0.
27.00	330.0	600.0	--	.52	170.0	0.
27.50	336.5	611.5	--	.51	170.0	0.
28.00	343.0	623.0	--	.50	170.0	0.
28.50	349.5	634.5	--	.49	170.0	0.
29.00	356.0	646.0	--	.48	170.0	0.
29.50	362.5	657.5	--	.47	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 532 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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
30.00	369.0	669.0	--	.46	170.0	0.
30.50	375.5	680.5	--	.45	170.0	0.
31.00	382.0	692.0	--	.45	170.0	0.
31.50	388.5	703.5	--	.44	170.0	0.
32.00	395.0	715.0	--	.43	170.0	0.
32.50	401.5	726.5	--	.42	170.0	0.
33.00	408.0	738.0	--	.42	170.0	0.
33.50	414.5	749.5	--	.41	170.0	0.
34.00	421.0	761.0	--	.40	170.0	0.
34.50	427.5	772.5	--	.40	170.0	0.
35.00	434.0	784.0	--	.39	170.0	0.
35.50	440.5	795.5	--	.39	170.0	0.
36.00	447.0	807.0	--	.38	170.0	0.
36.50	453.5	818.5	--	.37	170.0	0.
37.00	460.0	830.0	--	.37	170.0	0.
37.50	466.5	841.5	--	.36	170.0	0.
38.00	473.0	853.0	--	.36	170.0	0.
38.50	479.5	864.5	--	.35	170.0	0.
39.00	486.0	876.0	--	.35	170.0	0.
39.50	492.5	887.5	--	.35	170.0	0.
40.00	499.0	899.0	--	.34	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 533 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza P2+P3+P4 scalzamento  
 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	0.	0.	-13.	13.	13.
1.00	0.	0.	-27.	27.	27.
1.50	0.	0.	-40.	40.	40.
2.00	0.	0.	-53.	53.	53.
2.50	0.	0.	-66.	66.	66.
3.00	4.	0.	-80.	84.	82.
3.50	38.	0.	-93.	131.	112.
4.00	83.	0.	-106.	189.	149.
4.50	134.	0.	-119.	253.	188.
5.00	192.	0.	-133.	324.	231.
5.50	256.	0.	-146.	402.	278.
6.00	362.	0.	-159.	521.	345.
6.50	680.	0.	-172.	852.	523.
7.00	1033.	0.	-186.	1219.	718.
7.50	1387.	0.	-199.	1586.	914.
8.00	1740.	0.	-212.	1952.	1109.
8.50	2094.	0.	-225.	2319.	1305.
9.00	2453.	0.	-239.	2692.	1503.
9.50	2848.	0.	-252.	3100.	1720.
10.00	3248.	0.	-265.	3513.	1939.
10.50	3649.	0.	-278.	3927.	2159.
11.00	4049.	0.	-292.	4341.	2379.
11.50	4450.	0.	-305.	4755.	2599.
12.00	4850.	0.	-318.	5169.	2818.
12.50	5251.	0.	-331.	5582.	3038.
13.00	5652.	0.	-345.	5996.	3258.
13.50	6052.	0.	-358.	6410.	3477.
14.00	6453.	0.	-371.	6824.	3697.
14.50	6853.	0.	-384.	7238.	3917.
15.00	7254.	0.	-398.	7651.	4137.
15.50	7654.	0.	-411.	8065.	4356.
16.00	8055.	0.	-424.	8479.	4576.
16.50	8455.	0.	-437.	8893.	4796.
17.00	8856.	0.	-451.	9307.	5016.
17.50	9257.	0.	-464.	9720.	5235.
18.00	9657.	0.	-477.	10134.	5455.
18.50	10058.	0.	-490.	10548.	5675.
19.00	10458.	0.	-504.	10962.	5894.
19.50	10859.	0.	-517.	11376.	6114.
20.00	11259.	0.	-530.	11789.	6334.
20.50	11660.	0.	-543.	12203.	6554.
21.00	12060.	0.	-557.	12617.	6773.
21.50	12461.	0.	-570.	13031.	6993.
22.00	12862.	0.	-583.	13445.	7213.
22.50	13262.	0.	-596.	13858.	7433.
23.00	13663.	0.	-610.	14272.	7652.
23.50	14063.	0.	-623.	14686.	7872.
24.00	14464.	0.	-636.	15100.	8092.
24.50	14864.	0.	-649.	15514.	8311.
25.00	15265.	0.	-663.	15928.	8531.
25.50	15665.	0.	-676.	16341.	8751.
26.00	16066.	0.	-689.	16755.	8971.
26.50	16466.	0.	-702.	17169.	9190.
27.00	16867.	0.	-716.	17583.	9410.
27.50	17268.	0.	-729.	17997.	9630.
28.00	17668.	0.	-742.	18410.	9849.
28.50	18069.	0.	-755.	18824.	10069.
29.00	18469.	0.	-769.	19238.	10289.
29.50	18870.	0.	-782.	19652.	10509.
30.00	19270.	0.	-795.	20066.	10728.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	02	GE0001	REL	01	A	534 di 654

30.50	19671.	0.	-808.	20479.	10948.
31.00	20071.	0.	-822.	20893.	11168.
31.50	20472.	0.	-835.	21307.	11388.
32.00	20873.	0.	-848.	21721.	11607.
32.50	21273.	0.	-861.	22135.	11827.
33.00	21674.	0.	-875.	22548.	12047.
33.50	22074.	0.	-888.	22962.	12266.
34.00	22475.	0.	-901.	23376.	12486.
34.50	22875.	0.	-914.	23790.	12706.
35.00	23276.	0.	-928.	24204.	12926.
35.50	23676.	0.	-941.	24617.	13145.
36.00	24077.	0.	-954.	25031.	13365.
36.50	24478.	0.	-968.	25445.	13585.
37.00	24878.	0.	-981.	25859.	13805.
37.50	25279.	0.	-994.	26273.	14024.
38.00	25679.	0.	-1007.	26687.	14244.
38.50	26080.	0.	-1021.	27100.	14464.
39.00	26480.	0.	-1034.	27514.	14683.
39.50	26881.	0.	-1047.	27928.	14903.
40.00	27281.	0.	-1060.	28342.	15123.

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

### 14.25 VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE)

\*\*\* 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 4-Viadotto Cesara SPALLE  
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.00 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 = 1.96 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 535 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 4-Viadotto Cesara SPALLE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 2.00 a 12.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 13.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 536 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
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 13.50 a 16.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 16.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 5000. a 5000. 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 537 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 538 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
2.00	18.0	38.0	50.0	.55	9.9	306.
2.50	22.5	47.5	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.6	765.
5.50	49.5	104.5	--	.55	27.1	842.
6.00	54.0	114.0	--	.55	29.5	918.
6.50	58.5	123.5	--	.55	32.0	995.
7.00	63.0	133.0	--	.55	34.5	1071.
7.50	67.5	142.5	--	.55	36.9	1148.
8.00	72.0	152.0	--	.55	39.4	1224.
8.50	76.5	161.5	--	.55	41.8	1301.
9.00	81.0	171.0	--	.55	44.3	1377.
9.50	85.5	180.5	--	.55	46.8	1454.
10.00	90.0	190.0	--	.55	49.2	1530.
10.50	94.5	199.5	--	.55	51.7	1607.
11.00	99.0	209.0	--	.55	54.1	1683.
11.50	103.5	218.5	--	.55	56.6	1760.
12.00	108.0	228.0	--	.55	59.2	1836.
12.50	113.0	238.0	300.0	.55	62.2	1967.
13.00	118.0	248.0	300.0	.55	64.9	2099.
13.50	123.0	258.0	300.0	.88	108.8	2230.
14.00	129.0	269.0	--	1.16	150.0	2427.
14.50	135.0	280.0	--	1.11	150.0	2623.
15.00	141.0	291.0	--	1.06	150.0	2820.
15.50	147.0	302.0	--	1.02	150.0	3017.
16.00	153.0	313.0	--	.98	150.0	3213.
16.50	159.0	324.0	--	1.01	160.0	3410.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 539 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
17.00	165.0	335.0	--	1.03	170.0	3587.
17.50	171.0	346.0	--	.99	170.0	3763.
18.00	177.0	357.0	--	.96	170.0	3940.
18.50	183.0	368.0	--	.93	170.0	4117.
19.00	189.0	379.0	--	.90	170.0	4293.
19.50	195.0	390.0	--	.87	170.0	4470.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	4647.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	4823.
21.00	213.0	423.0	--	.80	170.0	5000.
21.50	219.0	434.0	--	.78	170.0	5000.
22.00	225.0	445.0	--	.76	170.0	5000.
22.50	231.0	456.0	--	.74	170.0	5000.
23.00	237.0	467.0	--	.72	170.0	5000.
23.50	243.0	478.0	--	.70	170.0	5000.
24.00	249.0	489.0	--	.68	170.0	5000.
24.50	255.0	500.0	--	.67	170.0	5000.
25.00	261.0	511.0	--	.65	170.0	5000.
25.50	267.0	522.0	--	.64	170.0	5000.
26.00	273.0	533.0	--	.62	170.0	5000.
26.50	279.0	544.0	--	.61	170.0	5000.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	5000.
27.50	291.0	566.0	--	.58	170.0	5000.
28.00	297.0	577.0	--	.57	170.0	5000.
28.50	303.0	588.0	--	.56	170.0	5000.
29.00	309.0	599.0	--	.55	170.0	5000.
29.50	315.0	610.0	--	.54	170.0	5000.
30.00	321.0	621.0	--	.53	170.0	5000.
30.50	327.0	632.0	--	.52	170.0	5000.
31.00	333.0	643.0	--	.51	170.0	5000.
31.50	339.0	654.0	--	.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 540 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
32.00	345.0	665.0	--	.49	170.0	5000.
32.50	351.0	676.0	--	.48	170.0	5000.
33.00	357.0	687.0	--	.48	170.0	5000.
33.50	363.0	698.0	--	.47	170.0	5000.
34.00	369.0	709.0	--	.46	170.0	5000.
34.50	375.0	720.0	--	.45	170.0	5000.
35.00	381.0	731.0	--	.45	170.0	5000.
35.50	387.0	742.0	--	.44	170.0	5000.
36.00	393.0	753.0	--	.43	170.0	5000.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	5000.
37.00	405.0	775.0	--	.42	170.0	5000.
37.50	411.0	786.0	--	.41	170.0	5000.
38.00	417.0	797.0	--	.41	170.0	5000.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	5000.
39.00	429.0	819.0	--	.40	170.0	5000.
39.50	435.0	830.0	--	.39	170.0	5000.
40.00	441.0	841.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 541 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
.00	0.	541.	0.	541.	235.
.50	26.	676.	4.	698.	303.
1.00	58.	811.	9.	860.	373.
1.50	96.	946.	13.	1029.	447.
2.00	139.	1081.	18.	1203.	524.
2.50	188.	1217.	22.	1383.	603.
3.00	244.	1352.	27.	1569.	686.
3.50	304.	1487.	31.	1761.	771.
4.00	371.	1622.	35.	1958.	859.
4.50	444.	1757.	40.	2161.	951.
5.00	522.	1893.	44.	2370.	1045.
5.50	606.	2028.	49.	2585.	1142.
6.00	696.	2163.	53.	2806.	1242.
6.50	792.	2298.	57.	3032.	1346.
7.00	893.	2433.	62.	3265.	1452.
7.50	1000.	2569.	66.	3503.	1561.
8.00	1113.	2704.	71.	3746.	1673.
8.50	1232.	2839.	75.	3996.	1788.
9.00	1357.	2974.	80.	4251.	1906.
9.50	1487.	3109.	84.	4513.	2027.
10.00	1624.	3244.	88.	4780.	2151.
10.50	1767.	3477.	93.	5151.	2320.
11.00	1917.	3709.	97.	5528.	2493.
11.50	2097.	3941.	102.	5936.	2682.
12.00	2426.	4288.	106.	6608.	2996.
12.50	2780.	4636.	110.	7305.	3323.
13.00	3133.	4983.	115.	8001.	3650.
13.50	3486.	5331.	119.	8698.	3977.
14.00	3840.	5678.	124.	9395.	4304.
14.50	4199.	6026.	128.	10097.	4634.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 542 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
15.00	4594.	6338.	133.	10799.	4967.
15.50	4994.	6650.	137.	11508.	5303.
16.00	5395.	6963.	141.	12216.	5638.
16.50	5795.	7275.	146.	12924.	5974.
17.00	6196.	7587.	150.	13633.	6310.
17.50	6597.	7899.	155.	14341.	6645.
18.00	6997.	8211.	159.	15049.	6981.
18.50	7398.	8524.	163.	15758.	7317.
19.00	7798.	8836.	168.	16466.	7652.
19.50	8199.	8836.	172.	16862.	7852.
20.00	8599.	8836.	177.	17258.	8052.
20.50	9000.	8836.	181.	17654.	8252.
21.00	9400.	8836.	186.	18051.	8452.
21.50	9801.	8836.	190.	18447.	8652.
22.00	10202.	8836.	194.	18843.	8852.
22.50	10602.	8836.	199.	19239.	9052.
23.00	11003.	8836.	203.	19635.	9252.
23.50	11403.	8836.	208.	20031.	9452.
24.00	11804.	8836.	212.	20427.	9652.
24.50	12204.	8836.	216.	20824.	9852.
25.00	12605.	8836.	221.	21220.	10052.
25.50	13005.	8836.	225.	21616.	10252.
26.00	13406.	8836.	230.	22012.	10452.
26.50	13807.	8836.	234.	22408.	10652.
27.00	14207.	8836.	239.	22804.	10852.
27.50	14608.	8836.	243.	23200.	11052.
28.00	15008.	8836.	247.	23597.	11251.
28.50	15409.	8836.	252.	23993.	11451.
29.00	15809.	8836.	256.	24389.	11651.
29.50	16210.	8836.	261.	24785.	11851.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 543 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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	16610.	8836.	265.	25181.	12051.
30.50	17011.	8836.	269.	25577.	12251.
31.00	17412.	8836.	274.	25973.	12451.
31.50	17812.	8836.	278.	26369.	12651.
32.00	18213.	8836.	283.	26766.	12851.
32.50	18613.	8836.	287.	27162.	13051.
33.00	19014.	8836.	292.	27558.	13251.
33.50	19414.	8836.	296.	27954.	13451.
34.00	19815.	8836.	300.	28350.	13651.
34.50	20215.	8836.	305.	28746.	13851.
35.00	20616.	8836.	309.	29142.	14051.
35.50	21017.	8836.	314.	29539.	14251.
36.00	21417.	8836.	318.	29935.	14451.
36.50	21818.	8836.	323.	30331.	14651.
37.00	22218.	8836.	327.	30727.	14850.
37.50	22619.	8836.	331.	31123.	15050.
38.00	23019.	8836.	336.	31519.	15250.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.26 VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (COMPRESSIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 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 = 1.96 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 544 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 545 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

$$T_{\text{au}} > .23 * S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 2.00 a 12.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 13.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

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

$$T_{\text{au}} > .23 * S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 546 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
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 13.50 a 16.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 16.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 5000. a 5000. 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 547 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 548 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	349.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	338.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	327.
1.50	13.5	28.5	50.0	.55	7.4	317.
2.00	18.0	38.0	50.0	.55	9.9	306.
2.50	22.5	47.5	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.6	765.
5.50	49.5	104.5	--	.55	27.1	842.
6.00	54.0	114.0	--	.55	29.5	918.
6.50	58.5	123.5	--	.55	32.0	995.
7.00	63.0	133.0	--	.55	34.5	1071.
7.50	67.5	142.5	--	.55	36.9	1148.
8.00	72.0	152.0	--	.55	39.4	1224.
8.50	76.5	161.5	--	.55	41.8	1301.
9.00	81.0	171.0	--	.55	44.3	1377.
9.50	85.5	180.5	--	.55	46.8	1454.
10.00	90.0	190.0	--	.55	49.2	1530.
10.50	94.5	199.5	--	.55	51.7	1607.
11.00	99.0	209.0	--	.55	54.1	1683.
11.50	103.5	218.5	--	.55	56.6	1760.
12.00	108.0	228.0	--	.55	59.2	1836.
12.50	113.0	238.0	300.0	.55	62.2	1967.
13.00	118.0	248.0	300.0	.55	64.9	2099.
13.50	123.0	258.0	300.0	.88	108.8	2230.
14.00	129.0	269.0	--	1.16	150.0	2427.
14.50	135.0	280.0	--	1.11	150.0	2623.



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 549 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
15.00	141.0	291.0	--	1.06	150.0	2820.
15.50	147.0	302.0	--	1.02	150.0	3017.
16.00	153.0	313.0	--	.98	150.0	3213.
16.50	159.0	324.0	--	1.01	160.0	3410.
17.00	165.0	335.0	--	1.03	170.0	3587.
17.50	171.0	346.0	--	.99	170.0	3763.
18.00	177.0	357.0	--	.96	170.0	3940.
18.50	183.0	368.0	--	.93	170.0	4117.
19.00	189.0	379.0	--	.90	170.0	4293.
19.50	195.0	390.0	--	.87	170.0	4470.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	4647.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	4823.
21.00	213.0	423.0	--	.80	170.0	5000.
21.50	219.0	434.0	--	.78	170.0	5000.
22.00	225.0	445.0	--	.76	170.0	5000.
22.50	231.0	456.0	--	.74	170.0	5000.
23.00	237.0	467.0	--	.72	170.0	5000.
23.50	243.0	478.0	--	.70	170.0	5000.
24.00	249.0	489.0	--	.68	170.0	5000.
24.50	255.0	500.0	--	.67	170.0	5000.
25.00	261.0	511.0	--	.65	170.0	5000.
25.50	267.0	522.0	--	.64	170.0	5000.
26.00	273.0	533.0	--	.62	170.0	5000.
26.50	279.0	544.0	--	.61	170.0	5000.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	5000.
27.50	291.0	566.0	--	.58	170.0	5000.
28.00	297.0	577.0	--	.57	170.0	5000.
28.50	303.0	588.0	--	.56	170.0	5000.
29.00	309.0	599.0	--	.55	170.0	5000.
29.50	315.0	610.0	--	.54	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 550 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
30.00	321.0	621.0	--	.53	170.0	5000.
30.50	327.0	632.0	--	.52	170.0	5000.
31.00	333.0	643.0	--	.51	170.0	5000.
31.50	339.0	654.0	--	.50	170.0	5000.
32.00	345.0	665.0	--	.49	170.0	5000.
32.50	351.0	676.0	--	.48	170.0	5000.
33.00	357.0	687.0	--	.48	170.0	5000.
33.50	363.0	698.0	--	.47	170.0	5000.
34.00	369.0	709.0	--	.46	170.0	5000.
34.50	375.0	720.0	--	.45	170.0	5000.
35.00	381.0	731.0	--	.45	170.0	5000.
35.50	387.0	742.0	--	.44	170.0	5000.
36.00	393.0	753.0	--	.43	170.0	5000.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	5000.
37.00	405.0	775.0	--	.42	170.0	5000.
37.50	411.0	786.0	--	.41	170.0	5000.
38.00	417.0	797.0	--	.41	170.0	5000.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	5000.
39.00	429.0	819.0	--	.40	170.0	5000.
39.50	435.0	830.0	--	.39	170.0	5000.
40.00	441.0	841.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 551 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
.00	0.	617.	0.	617.	268.
.50	3.	598.	4.	596.	257.
1.00	12.	579.	9.	581.	249.
1.50	26.	560.	13.	573.	243.
2.00	47.	541.	18.	570.	241.
2.50	73.	676.	22.	727.	309.
3.00	105.	811.	27.	889.	380.
3.50	142.	946.	31.	1058.	453.
4.00	186.	1081.	35.	1232.	530.
4.50	235.	1217.	40.	1412.	609.
5.00	290.	1352.	44.	1598.	692.
5.50	351.	1487.	49.	1790.	777.
6.00	418.	1622.	53.	1987.	865.
6.50	490.	1757.	57.	2190.	957.
7.00	569.	1893.	62.	2399.	1051.
7.50	653.	2028.	66.	2614.	1148.
8.00	742.	2163.	71.	2835.	1249.
8.50	838.	2298.	75.	3061.	1352.
9.00	940.	2433.	80.	3293.	1458.
9.50	1047.	2569.	84.	3532.	1567.
10.00	1160.	2704.	88.	3775.	1679.
10.50	1279.	2839.	93.	4025.	1794.
11.00	1404.	2974.	97.	4280.	1912.
11.50	1534.	3109.	102.	4542.	2033.
12.00	1670.	3244.	106.	4809.	2157.
12.50	1813.	3477.	110.	5180.	2326.
13.00	1963.	3709.	115.	5557.	2499.
13.50	2144.	3941.	119.	5965.	2688.
14.00	2473.	4288.	124.	6637.	3002.
14.50	2826.	4636.	128.	7334.	3329.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 552 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
15.00	3180.	4983.	133.	8030.	3656.
15.50	3533.	5331.	137.	8727.	3983.
16.00	3886.	5678.	141.	9424.	4310.
16.50	4246.	6026.	146.	10126.	4640.
17.00	4640.	6338.	150.	10828.	4973.
17.50	5041.	6650.	155.	11537.	5309.
18.00	5442.	6963.	159.	12245.	5644.
18.50	5842.	7275.	163.	12953.	5980.
19.00	6243.	7587.	168.	13662.	6316.
19.50	6643.	7899.	172.	14370.	6652.
20.00	7044.	8211.	177.	15078.	6987.
20.50	7444.	8524.	181.	15787.	7323.
21.00	7845.	8836.	186.	16495.	7659.
21.50	8245.	8836.	190.	16891.	7859.
22.00	8646.	8836.	194.	17287.	8058.
22.50	9047.	8836.	199.	17683.	8258.
23.00	9447.	8836.	203.	18080.	8458.
23.50	9848.	8836.	208.	18476.	8658.
24.00	10248.	8836.	212.	18872.	8858.
24.50	10649.	8836.	216.	19268.	9058.
25.00	11049.	8836.	221.	19664.	9258.
25.50	11450.	8836.	225.	20060.	9458.
26.00	11850.	8836.	230.	20456.	9658.
26.50	12251.	8836.	234.	20853.	9858.
27.00	12652.	8836.	239.	21249.	10058.
27.50	13052.	8836.	243.	21645.	10258.
28.00	13453.	8836.	247.	22041.	10458.
28.50	13853.	8836.	252.	22437.	10658.
29.00	14254.	8836.	256.	22833.	10858.
29.50	14654.	8836.	261.	23229.	11058.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 553 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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	15055.	8836.	265.	23625.	11258.
30.50	15455.	8836.	269.	24022.	11458.
31.00	15856.	8836.	274.	24418.	11657.
31.50	16256.	8836.	278.	24814.	11857.
32.00	16657.	8836.	283.	25210.	12057.
32.50	17058.	8836.	287.	25606.	12257.
33.00	17458.	8836.	292.	26002.	12457.
33.50	17859.	8836.	296.	26398.	12657.
34.00	18259.	8836.	300.	26795.	12857.
34.50	18660.	8836.	305.	27191.	13057.
35.00	19060.	8836.	309.	27587.	13257.
35.50	19461.	8836.	314.	27983.	13457.
36.00	19861.	8836.	318.	28379.	13657.
36.50	20262.	8836.	323.	28775.	13857.
37.00	20663.	8836.	327.	29171.	14057.
37.50	21063.	8836.	331.	29568.	14257.
38.00	21464.	8836.	336.	29964.	14457.
38.50	21864.	8836.	340.	30360.	14657.
39.00	22265.	8836.	345.	30756.	14857.
39.50	22665.	8836.	349.	31152.	15057.
40.00	23066.	8836.	353.	31548.	15257.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.27 VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 1 (SPALLE)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 554 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,l)  
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 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

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 555 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3  
Tau =  $\alpha * C_u < 100.0$  kPa                      Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito  
    Tau > .23 \* S'v  
    Tau < .55 \* S'v  
Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa  
Cu variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 2.00 a 12.00 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3  
Tau =  $K * \tan(\delta) * S'v < 150.0$  kPa  
    K = .50                      delta = 38.0 deg  
Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 13.50 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 300.0 a 300.0 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 556 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
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 13.50 a 16.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "S" " (Incoerente) da 16.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 557 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 558 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
2.00	18.0	38.0	50.0	.47	8.5	0.
2.50	22.5	47.5	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.39	17.6	0.
5.50	49.5	104.5	--	.39	19.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.39	21.1	0.
6.50	58.5	123.5	--	.39	22.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.39	24.6	0.
7.50	67.5	142.5	--	.39	26.4	0.
8.00	72.0	152.0	--	.39	28.1	0.
8.50	76.5	161.5	--	.39	29.9	0.
9.00	81.0	171.0	--	.39	31.6	0.
9.50	85.5	180.5	--	.39	33.4	0.
10.00	90.0	190.0	--	.39	35.2	0.
10.50	94.5	199.5	--	.39	36.9	0.
11.00	99.0	209.0	--	.39	38.7	0.
11.50	103.5	218.5	--	.39	40.4	0.
12.00	108.0	228.0	--	.47	50.8	0.
12.50	113.0	238.0	300.0	.55	62.2	0.
13.00	118.0	248.0	300.0	.55	64.9	0.
13.50	123.0	258.0	300.0	.88	108.8	0.
14.00	129.0	269.0	--	1.16	150.0	0.
14.50	135.0	280.0	--	1.11	150.0	0.
15.00	141.0	291.0	--	1.06	150.0	0.
15.50	147.0	302.0	--	1.02	150.0	0.
16.00	153.0	313.0	--	.98	150.0	0.
16.50	159.0	324.0	--	1.01	160.0	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 559 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
17.00	165.0	335.0	--	1.03	170.0	0.
17.50	171.0	346.0	--	.99	170.0	0.
18.00	177.0	357.0	--	.96	170.0	0.
18.50	183.0	368.0	--	.93	170.0	0.
19.00	189.0	379.0	--	.90	170.0	0.
19.50	195.0	390.0	--	.87	170.0	0.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	0.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	0.
21.00	213.0	423.0	--	.80	170.0	0.
21.50	219.0	434.0	--	.78	170.0	0.
22.00	225.0	445.0	--	.76	170.0	0.
22.50	231.0	456.0	--	.74	170.0	0.
23.00	237.0	467.0	--	.72	170.0	0.
23.50	243.0	478.0	--	.70	170.0	0.
24.00	249.0	489.0	--	.68	170.0	0.
24.50	255.0	500.0	--	.67	170.0	0.
25.00	261.0	511.0	--	.65	170.0	0.
25.50	267.0	522.0	--	.64	170.0	0.
26.00	273.0	533.0	--	.62	170.0	0.
26.50	279.0	544.0	--	.61	170.0	0.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	0.
27.50	291.0	566.0	--	.58	170.0	0.
28.00	297.0	577.0	--	.57	170.0	0.
28.50	303.0	588.0	--	.56	170.0	0.
29.00	309.0	599.0	--	.55	170.0	0.
29.50	315.0	610.0	--	.54	170.0	0.
30.00	321.0	621.0	--	.53	170.0	0.
30.50	327.0	632.0	--	.52	170.0	0.
31.00	333.0	643.0	--	.51	170.0	0.
31.50	339.0	654.0	--	.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 560 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
32.00	345.0	665.0	--	.49	170.0	0.
32.50	351.0	676.0	--	.48	170.0	0.
33.00	357.0	687.0	--	.48	170.0	0.
33.50	363.0	698.0	--	.47	170.0	0.
34.00	369.0	709.0	--	.46	170.0	0.
34.50	375.0	720.0	--	.45	170.0	0.
35.00	381.0	731.0	--	.45	170.0	0.
35.50	387.0	742.0	--	.44	170.0	0.
36.00	393.0	753.0	--	.43	170.0	0.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	0.
37.00	405.0	775.0	--	.42	170.0	0.
37.50	411.0	786.0	--	.41	170.0	0.
38.00	417.0	797.0	--	.41	170.0	0.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	0.
39.00	429.0	819.0	--	.40	170.0	0.
39.50	435.0	830.0	--	.39	170.0	0.
40.00	441.0	841.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 561 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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	19.	0.	-13.	33.	22.
1.00	42.	0.	-27.	69.	46.
1.50	69.	0.	-40.	109.	72.
2.00	100.	0.	-53.	153.	100.
2.50	135.	0.	-66.	202.	130.
3.00	175.	0.	-80.	254.	162.
3.50	218.	0.	-93.	311.	195.
4.00	266.	0.	-106.	372.	231.
4.50	318.	0.	-119.	437.	268.
5.00	374.	0.	-133.	506.	308.
5.50	434.	0.	-146.	579.	349.
6.00	498.	0.	-159.	657.	393.
6.50	566.	0.	-172.	739.	438.
7.00	639.	0.	-186.	824.	485.
7.50	715.	0.	-199.	914.	535.
8.00	796.	0.	-212.	1008.	586.
8.50	881.	0.	-225.	1106.	639.
9.00	970.	0.	-239.	1209.	694.
9.50	1063.	0.	-252.	1315.	751.
10.00	1166.	0.	-265.	1431.	812.
10.50	1304.	0.	-278.	1582.	890.
11.00	1453.	0.	-292.	1745.	974.
11.50	1634.	0.	-305.	1939.	1072.
12.00	1963.	0.	-318.	2281.	1240.
12.50	2316.	0.	-331.	2648.	1419.
13.00	2670.	0.	-345.	3014.	1598.
13.50	3023.	0.	-358.	3381.	1777.
14.00	3377.	0.	-371.	3748.	1956.
14.50	3736.	0.	-384.	4120.	2138.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 562 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 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
15.00	4131.	0.	-398.	4528.	2337.
15.50	4531.	0.	-411.	4942.	2538.
16.00	4932.	0.	-424.	5356.	2740.
16.50	5332.	0.	-437.	5770.	2941.
17.00	5733.	0.	-451.	6184.	3142.
17.50	6134.	0.	-464.	6597.	3343.
18.00	6534.	0.	-477.	7011.	3545.
18.50	6935.	0.	-490.	7425.	3746.
19.00	7335.	0.	-504.	7839.	3947.
19.50	7736.	0.	-517.	8253.	4149.
20.00	8136.	0.	-530.	8666.	4350.
20.50	8537.	0.	-543.	9080.	4551.
21.00	8937.	0.	-557.	9494.	4753.
21.50	9338.	0.	-570.	9908.	4954.
22.00	9738.	0.	-583.	10322.	5155.
22.50	10139.	0.	-596.	10735.	5357.
23.00	10540.	0.	-610.	11149.	5558.
23.50	10940.	0.	-623.	11563.	5759.
24.00	11341.	0.	-636.	11977.	5960.
24.50	11741.	0.	-649.	12391.	6162.
25.00	12142.	0.	-663.	12804.	6363.
25.50	12542.	0.	-676.	13218.	6564.
26.00	12943.	0.	-689.	13632.	6766.
26.50	13343.	0.	-702.	14046.	6967.
27.00	13744.	0.	-716.	14460.	7168.
27.50	14145.	0.	-729.	14874.	7370.
28.00	14545.	0.	-742.	15287.	7571.
28.50	14946.	0.	-755.	15701.	7772.
29.00	15346.	0.	-769.	16115.	7974.
29.50	15747.	0.	-782.	16529.	8175.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 563 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	16147.	0.	-795.	16943.	8376.
30.50	16548.	0.	-808.	17356.	8577.
31.00	16948.	0.	-822.	17770.	8779.
31.50	17349.	0.	-835.	18184.	8980.
32.00	17750.	0.	-848.	18598.	9181.
32.50	18150.	0.	-861.	19012.	9383.
33.00	18551.	0.	-875.	19425.	9584.
33.50	18951.	0.	-888.	19839.	9785.
34.00	19352.	0.	-901.	20253.	9987.
34.50	19752.	0.	-914.	20667.	10188.
35.00	20153.	0.	-928.	21081.	10389.
35.50	20553.	0.	-941.	21494.	10591.
36.00	20954.	0.	-954.	21908.	10792.
36.50	21355.	0.	-968.	22322.	10993.
37.00	21755.	0.	-981.	22736.	11194.
37.50	22156.	0.	-994.	23150.	11396.
38.00	22556.	0.	-1007.	23563.	11597.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.28 VI CESARA. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1500 MM (TRAZIONE). STRATIGRAFIA 2 (PILE)

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacita' portante  
 assiale di un palo di fondazione  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,1)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 564 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

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 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



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 565 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Tau =  $\alpha \cdot C_u < 100.0$  kPa                      Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito  
     Tau > .23 \* S'v  
     Tau < .55 \* S'v  
 Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa  
 Cu variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 2.00 a 12.00 m

Gn = 19.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 9.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Tau =  $K \cdot \tan(\delta) \cdot S'v < 150.0$  kPa  
     K = .50                      delta = 38.0 deg  
 Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 12.00 a 13.50 m

Gn = 20.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 10.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Tau =  $\beta \cdot S'v < 120.0$  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 300.0 a 300.0 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 566 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
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 13.50 a 16.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "S" " (Incoerente) da 16.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup> Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 567 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 568 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	50.0	.55	7.4	0.
2.00	18.0	38.0	50.0	.47	8.5	0.
2.50	22.5	47.5	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.39	17.6	0.
5.50	49.5	104.5	--	.39	19.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.39	21.1	0.
6.50	58.5	123.5	--	.39	22.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.39	24.6	0.
7.50	67.5	142.5	--	.39	26.4	0.
8.00	72.0	152.0	--	.39	28.1	0.
8.50	76.5	161.5	--	.39	29.9	0.
9.00	81.0	171.0	--	.39	31.6	0.
9.50	85.5	180.5	--	.39	33.4	0.
10.00	90.0	190.0	--	.39	35.2	0.
10.50	94.5	199.5	--	.39	36.9	0.
11.00	99.0	209.0	--	.39	38.7	0.
11.50	103.5	218.5	--	.39	40.4	0.
12.00	108.0	228.0	--	.47	50.8	0.
12.50	113.0	238.0	300.0	.55	62.2	0.
13.00	118.0	248.0	300.0	.55	64.9	0.
13.50	123.0	258.0	300.0	.88	108.8	0.
14.00	129.0	269.0	--	1.16	150.0	0.
14.50	135.0	280.0	--	1.11	150.0	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 569 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
15.00	141.0	291.0	--	1.06	150.0	0.
15.50	147.0	302.0	--	1.02	150.0	0.
16.00	153.0	313.0	--	.98	150.0	0.
16.50	159.0	324.0	--	1.01	160.0	0.
17.00	165.0	335.0	--	1.03	170.0	0.
17.50	171.0	346.0	--	.99	170.0	0.
18.00	177.0	357.0	--	.96	170.0	0.
18.50	183.0	368.0	--	.93	170.0	0.
19.00	189.0	379.0	--	.90	170.0	0.
19.50	195.0	390.0	--	.87	170.0	0.
20.00	201.0	401.0	--	.85	170.0	0.
20.50	207.0	412.0	--	.82	170.0	0.
21.00	213.0	423.0	--	.80	170.0	0.
21.50	219.0	434.0	--	.78	170.0	0.
22.00	225.0	445.0	--	.76	170.0	0.
22.50	231.0	456.0	--	.74	170.0	0.
23.00	237.0	467.0	--	.72	170.0	0.
23.50	243.0	478.0	--	.70	170.0	0.
24.00	249.0	489.0	--	.68	170.0	0.
24.50	255.0	500.0	--	.67	170.0	0.
25.00	261.0	511.0	--	.65	170.0	0.
25.50	267.0	522.0	--	.64	170.0	0.
26.00	273.0	533.0	--	.62	170.0	0.
26.50	279.0	544.0	--	.61	170.0	0.
27.00	285.0	555.0	--	.60	170.0	0.
27.50	291.0	566.0	--	.58	170.0	0.
28.00	297.0	577.0	--	.57	170.0	0.
28.50	303.0	588.0	--	.56	170.0	0.
29.00	309.0	599.0	--	.55	170.0	0.
29.50	315.0	610.0	--	.54	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 570 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
30.00	321.0	621.0	--	.53	170.0	0.
30.50	327.0	632.0	--	.52	170.0	0.
31.00	333.0	643.0	--	.51	170.0	0.
31.50	339.0	654.0	--	.50	170.0	0.
32.00	345.0	665.0	--	.49	170.0	0.
32.50	351.0	676.0	--	.48	170.0	0.
33.00	357.0	687.0	--	.48	170.0	0.
33.50	363.0	698.0	--	.47	170.0	0.
34.00	369.0	709.0	--	.46	170.0	0.
34.50	375.0	720.0	--	.45	170.0	0.
35.00	381.0	731.0	--	.45	170.0	0.
35.50	387.0	742.0	--	.44	170.0	0.
36.00	393.0	753.0	--	.43	170.0	0.
36.50	399.0	764.0	--	.43	170.0	0.
37.00	405.0	775.0	--	.42	170.0	0.
37.50	411.0	786.0	--	.41	170.0	0.
38.00	417.0	797.0	--	.41	170.0	0.
38.50	423.0	808.0	--	.40	170.0	0.
39.00	429.0	819.0	--	.40	170.0	0.
39.50	435.0	830.0	--	.39	170.0	0.
40.00	441.0	841.0	--	.39	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 571 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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	3.	0.	-13.	16.	15.
1.00	12.	0.	-27.	38.	32.
1.50	26.	0.	-40.	66.	52.
2.00	46.	0.	-53.	99.	75.
2.50	65.	0.	-66.	132.	97.
3.00	88.	0.	-80.	168.	121.
3.50	115.	0.	-93.	208.	147.
4.00	146.	0.	-106.	252.	175.
4.50	181.	0.	-119.	301.	204.
5.00	221.	0.	-133.	353.	236.
5.50	264.	0.	-146.	410.	270.
6.00	312.	0.	-159.	471.	305.
6.50	364.	0.	-172.	536.	343.
7.00	419.	0.	-186.	605.	382.
7.50	479.	0.	-199.	678.	424.
8.00	544.	0.	-212.	756.	467.
8.50	612.	0.	-225.	837.	513.
9.00	685.	0.	-239.	923.	560.
9.50	761.	0.	-252.	1013.	609.
10.00	842.	0.	-265.	1107.	660.
10.50	927.	0.	-278.	1205.	713.
11.00	1016.	0.	-292.	1307.	769.
11.50	1109.	0.	-305.	1414.	826.
12.00	1211.	0.	-318.	1530.	887.
12.50	1350.	0.	-331.	1681.	965.
13.00	1499.	0.	-345.	1844.	1048.
13.50	1680.	0.	-358.	2038.	1146.
14.00	2009.	0.	-371.	2380.	1314.
14.50	2362.	0.	-384.	2747.	1493.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 572 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
15.00	2716.	0.	-398.	3113.	1673.
15.50	3069.	0.	-411.	3480.	1852.
16.00	3423.	0.	-424.	3847.	2031.
16.50	3782.	0.	-437.	4219.	2213.
17.00	4177.	0.	-451.	4627.	2411.
17.50	4577.	0.	-464.	5041.	2613.
18.00	4978.	0.	-477.	5455.	2814.
18.50	5378.	0.	-490.	5869.	3015.
19.00	5779.	0.	-504.	6282.	3217.
19.50	6179.	0.	-517.	6696.	3418.
20.00	6580.	0.	-530.	7110.	3619.
20.50	6980.	0.	-543.	7524.	3821.
21.00	7381.	0.	-557.	7938.	4022.
21.50	7782.	0.	-570.	8351.	4223.
22.00	8182.	0.	-583.	8765.	4425.
22.50	8583.	0.	-596.	9179.	4626.
23.00	8983.	0.	-610.	9593.	4827.
23.50	9384.	0.	-623.	10007.	5028.
24.00	9784.	0.	-636.	10420.	5230.
24.50	10185.	0.	-649.	10834.	5431.
25.00	10585.	0.	-663.	11248.	5632.
25.50	10986.	0.	-676.	11662.	5834.
26.00	11387.	0.	-689.	12076.	6035.
26.50	11787.	0.	-702.	12489.	6236.
27.00	12188.	0.	-716.	12903.	6438.
27.50	12588.	0.	-729.	13317.	6639.
28.00	12989.	0.	-742.	13731.	6840.
28.50	13389.	0.	-755.	14145.	7041.
29.00	13790.	0.	-769.	14559.	7243.
29.50	14190.	0.	-782.	14972.	7444.



**2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)**
**4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)**

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 573 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

 QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE  
 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
30.00	14591.	0.	-795.	15386.	7645.
30.50	14991.	0.	-808.	15800.	7847.
31.00	15392.	0.	-822.	16214.	8048.
31.50	15793.	0.	-835.	16628.	8249.
32.00	16193.	0.	-848.	17041.	8451.
32.50	16594.	0.	-861.	17455.	8652.
33.00	16994.	0.	-875.	17869.	8853.
33.50	17395.	0.	-888.	18283.	9055.
34.00	17795.	0.	-901.	18697.	9256.
34.50	18196.	0.	-914.	19110.	9457.
35.00	18596.	0.	-928.	19524.	9658.
35.50	18997.	0.	-941.	19938.	9860.
36.00	19398.	0.	-954.	20352.	10061.
36.50	19798.	0.	-968.	20766.	10262.
37.00	20199.	0.	-981.	21179.	10464.
37.50	20599.	0.	-994.	21593.	10665.
38.00	21000.	0.	-1007.	22007.	10866.
38.50	21400.	0.	-1021.	22421.	11068.
39.00	21801.	0.	-1034.	22835.	11269.
39.50	22201.	0.	-1047.	23248.	11470.
40.00	22602.	0.	-1060.	23662.	11672.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**14.29 VI PALENTE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1200 MM  
(COMPRESSIONE) (SPALLE)**

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

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

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

pag./ 2

 QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = 5.00 kN/m3  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.96 (FS,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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 574 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. mm

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:  $3.0 * 1.200 = 3.60$  m entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.200 = 3.60$  m sopra lo strato sottostante se esso e' piu' 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 575 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 1.50 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 1.50 a 8.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 8.00 a 10.50 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 130.0 \text{ a } 130.0 \text{ kPa}$$

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 576 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" " (Incoerente) da 10.50 a 13.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 5 "S" " (Incoerente) da 13.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 5000. a 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 577 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 578 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	308.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	282.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	256.
1.50	13.5	28.5	50.0	.55	7.4	230.
2.00	18.0	38.0	--	.55	9.8	306.
2.50	22.5	47.5	--	.55	12.3	383.
3.00	27.0	57.0	--	.55	14.8	459.
3.50	31.5	66.5	--	.55	17.2	536.
4.00	36.0	76.0	--	.55	19.7	612.
4.50	40.5	85.5	--	.55	22.1	689.
5.00	45.0	95.0	--	.55	24.6	765.
5.50	49.5	104.5	--	.55	27.1	842.
6.00	54.0	114.0	--	.55	29.5	918.
6.50	58.5	123.5	--	.55	32.0	995.
7.00	63.0	133.0	--	.55	34.5	1071.
7.50	67.5	142.5	--	.55	36.9	1148.
8.00	72.0	152.0	--	.55	39.5	1224.
8.50	77.0	162.0	130.0	.55	42.4	1248.
9.00	82.0	172.0	130.0	.55	45.1	1272.
9.50	87.0	182.0	130.0	.55	47.9	1296.
10.00	92.0	192.0	130.0	.55	50.6	1320.
10.50	97.0	202.0	130.0	1.05	101.7	1344.
11.00	103.0	213.0	--	1.46	150.0	1723.
11.50	109.0	224.0	--	1.38	150.0	2103.
12.00	115.0	235.0	--	1.30	150.0	2482.
12.50	121.0	246.0	--	1.24	150.0	2862.
13.00	127.0	257.0	--	1.18	150.0	3241.
13.50	133.0	268.0	--	1.20	160.0	3621.
14.00	139.0	279.0	--	1.22	170.0	3723.
14.50	145.0	290.0	--	1.17	170.0	3826.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 579 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
15.00	151.0	301.0	--	1.13	170.0	3929.
15.50	157.0	312.0	--	1.08	170.0	4031.
16.00	163.0	323.0	--	1.04	170.0	4134.
16.50	169.0	334.0	--	1.01	170.0	4237.
17.00	175.0	345.0	--	.97	170.0	4340.
17.50	181.0	356.0	--	.94	170.0	4245.
18.00	187.0	367.0	--	.91	170.0	4151.
18.50	193.0	378.0	--	.88	170.0	4057.
19.00	199.0	389.0	--	.85	170.0	3962.
19.50	205.0	400.0	--	.83	170.0	3868.
20.00	211.0	411.0	--	.81	170.0	3774.
20.50	217.0	422.0	--	.78	170.0	3679.
21.00	223.0	433.0	--	.76	170.0	3585.
21.50	229.0	444.0	--	.74	170.0	3491.
22.00	235.0	455.0	--	.72	170.0	3396.
22.50	241.0	466.0	--	.71	170.0	3302.
23.00	247.0	477.0	--	.69	170.0	3208.
23.50	253.0	488.0	--	.67	170.0	3113.
24.00	259.0	499.0	--	.66	170.0	3019.
24.50	265.0	510.0	--	.64	170.0	2925.
25.00	271.0	521.0	--	.63	170.0	2830.
25.50	277.0	532.0	--	.61	170.0	2736.
26.00	283.0	543.0	--	.60	170.0	2642.
26.50	289.0	554.0	--	.59	170.0	2547.
27.00	295.0	565.0	--	.58	170.0	2453.
27.50	301.0	576.0	--	.56	170.0	2358.
28.00	307.0	587.0	--	.55	170.0	2264.
28.50	313.0	598.0	--	.54	170.0	2170.
29.00	319.0	609.0	--	.53	170.0	2075.
29.50	325.0	620.0	--	.52	170.0	1981.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 580 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
30.00	331.0	631.0	--	.51	170.0	1887.
30.50	337.0	642.0	--	.50	170.0	1792.
31.00	343.0	653.0	--	.50	170.0	1698.
31.50	349.0	664.0	--	.49	170.0	1604.
32.00	355.0	675.0	--	.48	170.0	1509.
32.50	361.0	686.0	--	.47	170.0	1415.
33.00	367.0	697.0	--	.46	170.0	1321.
33.50	373.0	708.0	--	.46	170.0	1226.
34.00	379.0	719.0	--	.45	170.0	1132.
34.50	385.0	730.0	--	.44	170.0	1038.
35.00	391.0	741.0	--	.43	170.0	943.
35.50	397.0	752.0	--	.43	170.0	849.
36.00	403.0	763.0	--	.42	170.0	755.
36.50	409.0	774.0	--	.42	170.0	660.
37.00	415.0	785.0	--	.41	170.0	566.
37.50	421.0	796.0	--	.40	170.0	472.
38.00	427.0	807.0	--	.40	170.0	377.
38.50	433.0	818.0	--	.39	170.0	283.
39.00	439.0	829.0	--	.39	170.0	189.
39.50	445.0	840.0	--	.38	170.0	94.
40.00	451.0	851.0	--	.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 581 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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.	348.	0.	348.	151.
.50	2.	319.	3.	318.	137.
1.00	9.	289.	6.	293.	125.
1.50	21.	260.	8.	272.	115.
2.00	37.	346.	11.	372.	158.
2.50	58.	433.	14.	477.	204.
3.00	84.	519.	17.	586.	251.
3.50	114.	606.	20.	700.	302.
4.00	149.	692.	23.	818.	354.
4.50	188.	779.	25.	941.	409.
5.00	232.	865.	28.	1069.	466.
5.50	281.	952.	31.	1201.	526.
6.00	334.	1038.	34.	1338.	588.
6.50	392.	1125.	37.	1480.	652.
7.00	455.	1211.	40.	1626.	719.
7.50	522.	1298.	42.	1777.	788.
8.00	594.	1384.	45.	1933.	860.
8.50	671.	1411.	48.	2035.	908.
9.00	754.	1439.	51.	2141.	959.
9.50	841.	1466.	54.	2253.	1013.
10.00	934.	1493.	57.	2370.	1069.
10.50	1055.	1520.	59.	2515.	1140.
11.00	1315.	1949.	62.	3202.	1456.
11.50	1597.	2378.	65.	3911.	1784.
12.00	1880.	2807.	68.	4620.	2112.
12.50	2163.	3237.	71.	5329.	2440.
13.00	2446.	3666.	74.	6038.	2768.
13.50	2733.	4095.	76.	6752.	3098.
14.00	3049.	4211.	79.	7181.	3307.
14.50	3369.	4327.	82.	7614.	3518.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 582 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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	3690.	4443.	85.	8048.	3730.
15.50	4010.	4559.	88.	8482.	3941.
16.00	4331.	4676.	90.	8916.	4152.
16.50	4651.	4792.	93.	9350.	4363.
17.00	4971.	4908.	96.	9783.	4574.
17.50	5292.	4801.	99.	9994.	4689.
18.00	5612.	4695.	102.	10205.	4803.
18.50	5933.	4588.	105.	10416.	4917.
19.00	6253.	4481.	107.	10627.	5031.
19.50	6574.	4375.	110.	10838.	5146.
20.00	6894.	4268.	113.	11049.	5260.
20.50	7215.	4161.	116.	11260.	5374.
21.00	7535.	4054.	119.	11471.	5488.
21.50	7855.	3948.	122.	11682.	5603.
22.00	8176.	3841.	124.	11893.	5717.
22.50	8496.	3734.	127.	12103.	5831.
23.00	8817.	3628.	130.	12314.	5946.
23.50	9137.	3521.	133.	12525.	6060.
24.00	9458.	3414.	136.	12736.	6174.
24.50	9778.	3308.	139.	12947.	6288.
25.00	10099.	3201.	141.	13158.	6403.
25.50	10419.	3094.	144.	13369.	6517.
26.00	10739.	2987.	147.	13580.	6631.
26.50	11060.	2881.	150.	13791.	6745.
27.00	11380.	2774.	153.	14002.	6860.
27.50	11701.	2667.	156.	14213.	6974.
28.00	12021.	2561.	158.	14424.	7088.
28.50	12342.	2454.	161.	14635.	7203.
29.00	12662.	2347.	164.	14845.	7317.
29.50	12983.	2241.	167.	15056.	7431.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 583 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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	13303.	2134.	170.	15267.	7545.
30.50	13623.	2027.	172.	15478.	7660.
31.00	13944.	1921.	175.	15689.	7774.
31.50	14264.	1814.	178.	15900.	7888.
32.00	14585.	1707.	181.	16111.	8002.
32.50	14905.	1600.	184.	16322.	8117.
33.00	15226.	1494.	187.	16533.	8231.
33.50	15546.	1387.	189.	16744.	8345.
34.00	15867.	1280.	192.	16955.	8460.
34.50	16187.	1174.	195.	17166.	8574.
35.00	16507.	1067.	198.	17376.	8688.
35.50	16828.	960.	201.	17587.	8802.
36.00	17148.	854.	204.	17798.	8917.
36.50	17469.	747.	206.	18009.	9031.
37.00	17789.	640.	209.	18220.	9145.
37.50	18110.	533.	212.	18431.	9260.
38.00	18430.	427.	215.	18642.	9374.
38.50	18751.	320.	218.	18853.	9488.
39.00	19071.	213.	221.	19064.	9602.
39.50	19391.	107.	223.	19275.	9717.
40.00	19712.	0.	226.	19486.	9831.

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 =  $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

### 14.30 VI PALENTE. CAPACITÀ PORTANTE PALO D=1200 MM (TRAZIONE) (SPALLE)

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

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

pag./ 2

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 584 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fattore di sicurezza portata laterale = 2.13 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. mm

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:  $3.0 * 1.200 = 3.60$  m  
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.200 = 3.60$  m  
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 585 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "Ala " (Coesivo) da .00 a 1.50 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 50.0 a 50.0 kPa

Strato 2 "Ag " (Incoerente) da 1.50 a 8.00 m

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

Tau = K \* tan(delta) \* S'v < 150.0 kPa  
K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "Salt " (Coesivo) da 8.00 a 10.50 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 130.0 a 130.0 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 586 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

### DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" " (Incoerente) da 10.50 a 13.50 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "S" " (Incoerente) da 13.50 a 40.00 m

Gn = 22.0 kN/m<sup>3</sup>                      Ge = 12.0 kN/m<sup>3</sup>

Tau variabile lin. da 170.0 a 170.0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 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)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 587 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 5

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "Ala "	1.00	1.00	1.00
2 "Ag "	1.00	1.00	-
3 "Salt "	1.00	1.00	1.00
4 "S "	1.00	1.00	-
5 "s "	1.00	1.00	-

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

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 588 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 6

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
.00	.0	.0	50.0	.00	.0	0.
.50	4.5	9.5	50.0	.55	2.5	0.
1.00	9.0	19.0	50.0	.55	5.0	0.
1.50	13.5	28.5	50.0	.47	6.3	0.
2.00	18.0	38.0	--	.39	7.0	0.
2.50	22.5	47.5	--	.39	8.8	0.
3.00	27.0	57.0	--	.39	10.5	0.
3.50	31.5	66.5	--	.39	12.3	0.
4.00	36.0	76.0	--	.39	14.1	0.
4.50	40.5	85.5	--	.39	15.8	0.
5.00	45.0	95.0	--	.39	17.6	0.
5.50	49.5	104.5	--	.39	19.3	0.
6.00	54.0	114.0	--	.39	21.1	0.
6.50	58.5	123.5	--	.39	22.9	0.
7.00	63.0	133.0	--	.39	24.6	0.
7.50	67.5	142.5	--	.39	26.4	0.
8.00	72.0	152.0	--	.47	33.9	0.
8.50	77.0	162.0	130.0	.55	42.4	0.
9.00	82.0	172.0	130.0	.55	45.1	0.
9.50	87.0	182.0	130.0	.55	47.9	0.
10.00	92.0	192.0	130.0	.55	50.6	0.
10.50	97.0	202.0	130.0	1.05	101.7	0.
11.00	103.0	213.0	--	1.46	150.0	0.
11.50	109.0	224.0	--	1.38	150.0	0.
12.00	115.0	235.0	--	1.30	150.0	0.
12.50	121.0	246.0	--	1.24	150.0	0.
13.00	127.0	257.0	--	1.18	150.0	0.
13.50	133.0	268.0	--	1.20	160.0	0.
14.00	139.0	279.0	--	1.22	170.0	0.
14.50	145.0	290.0	--	1.17	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 589 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 7

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
15.00	151.0	301.0	--	1.13	170.0	0.
15.50	157.0	312.0	--	1.08	170.0	0.
16.00	163.0	323.0	--	1.04	170.0	0.
16.50	169.0	334.0	--	1.01	170.0	0.
17.00	175.0	345.0	--	.97	170.0	0.
17.50	181.0	356.0	--	.94	170.0	0.
18.00	187.0	367.0	--	.91	170.0	0.
18.50	193.0	378.0	--	.88	170.0	0.
19.00	199.0	389.0	--	.85	170.0	0.
19.50	205.0	400.0	--	.83	170.0	0.
20.00	211.0	411.0	--	.81	170.0	0.
20.50	217.0	422.0	--	.78	170.0	0.
21.00	223.0	433.0	--	.76	170.0	0.
21.50	229.0	444.0	--	.74	170.0	0.
22.00	235.0	455.0	--	.72	170.0	0.
22.50	241.0	466.0	--	.71	170.0	0.
23.00	247.0	477.0	--	.69	170.0	0.
23.50	253.0	488.0	--	.67	170.0	0.
24.00	259.0	499.0	--	.66	170.0	0.
24.50	265.0	510.0	--	.64	170.0	0.
25.00	271.0	521.0	--	.63	170.0	0.
25.50	277.0	532.0	--	.61	170.0	0.
26.00	283.0	543.0	--	.60	170.0	0.
26.50	289.0	554.0	--	.59	170.0	0.
27.00	295.0	565.0	--	.58	170.0	0.
27.50	301.0	576.0	--	.56	170.0	0.
28.00	307.0	587.0	--	.55	170.0	0.
28.50	313.0	598.0	--	.54	170.0	0.
29.00	319.0	609.0	--	.53	170.0	0.
29.50	325.0	620.0	--	.52	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 590 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 8

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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
30.00	331.0	631.0	--	.51	170.0	0.
30.50	337.0	642.0	--	.50	170.0	0.
31.00	343.0	653.0	--	.50	170.0	0.
31.50	349.0	664.0	--	.49	170.0	0.
32.00	355.0	675.0	--	.48	170.0	0.
32.50	361.0	686.0	--	.47	170.0	0.
33.00	367.0	697.0	--	.46	170.0	0.
33.50	373.0	708.0	--	.46	170.0	0.
34.00	379.0	719.0	--	.45	170.0	0.
34.50	385.0	730.0	--	.44	170.0	0.
35.00	391.0	741.0	--	.43	170.0	0.
35.50	397.0	752.0	--	.43	170.0	0.
36.00	403.0	763.0	--	.42	170.0	0.
36.50	409.0	774.0	--	.42	170.0	0.
37.00	415.0	785.0	--	.41	170.0	0.
37.50	421.0	796.0	--	.40	170.0	0.
38.00	427.0	807.0	--	.40	170.0	0.
38.50	433.0	818.0	--	.39	170.0	0.
39.00	439.0	829.0	--	.39	170.0	0.
39.50	445.0	840.0	--	.38	170.0	0.
40.00	451.0	851.0	--	.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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 591 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 9

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 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	2.	0.	-8.	11.	10.
1.00	9.	0.	-17.	26.	21.
1.50	20.	0.	-25.	46.	35.
2.00	33.	0.	-34.	67.	49.
2.50	48.	0.	-42.	90.	65.
3.00	66.	0.	-51.	117.	82.
3.50	87.	0.	-59.	147.	100.
4.00	112.	0.	-68.	180.	120.
4.50	140.	0.	-76.	217.	142.
5.00	172.	0.	-85.	257.	165.
5.50	207.	0.	-93.	300.	190.
6.00	245.	0.	-102.	346.	217.
6.50	286.	0.	-110.	396.	245.
7.00	331.	0.	-119.	450.	274.
7.50	379.	0.	-127.	506.	305.
8.00	433.	0.	-136.	569.	339.
8.50	507.	0.	-144.	652.	382.
9.00	590.	0.	-153.	743.	430.
9.50	677.	0.	-161.	839.	479.
10.00	770.	0.	-170.	940.	531.
10.50	891.	0.	-178.	1069.	596.
11.00	1151.	0.	-187.	1338.	727.
11.50	1434.	0.	-195.	1629.	868.
12.00	1716.	0.	-204.	1920.	1009.
12.50	1999.	0.	-212.	2211.	1151.
13.00	2282.	0.	-221.	2502.	1292.
13.50	2569.	0.	-229.	2798.	1435.
14.00	2885.	0.	-238.	3123.	1592.
14.50	3206.	0.	-246.	3452.	1751.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 592 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 10

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
 Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3526.	0.	-254.	3780.	1910.
15.50	3846.	0.	-263.	4109.	2069.
16.00	4167.	0.	-271.	4438.	2228.
16.50	4487.	0.	-280.	4767.	2387.
17.00	4808.	0.	-288.	5096.	2546.
17.50	5128.	0.	-297.	5425.	2705.
18.00	5449.	0.	-305.	5754.	2863.
18.50	5769.	0.	-314.	6083.	3022.
19.00	6090.	0.	-322.	6412.	3181.
19.50	6410.	0.	-331.	6741.	3340.
20.00	6730.	0.	-339.	7070.	3499.
20.50	7051.	0.	-348.	7399.	3658.
21.00	7371.	0.	-356.	7728.	3817.
21.50	7692.	0.	-365.	8057.	3976.
22.00	8012.	0.	-373.	8385.	4135.
22.50	8333.	0.	-382.	8714.	4294.
23.00	8653.	0.	-390.	9043.	4453.
23.50	8974.	0.	-399.	9372.	4612.
24.00	9294.	0.	-407.	9701.	4771.
24.50	9614.	0.	-416.	10030.	4929.
25.00	9935.	0.	-424.	10359.	5088.
25.50	10255.	0.	-433.	10688.	5247.
26.00	10576.	0.	-441.	11017.	5406.
26.50	10896.	0.	-450.	11346.	5565.
27.00	11217.	0.	-458.	11675.	5724.
27.50	11537.	0.	-467.	12004.	5883.
28.00	11858.	0.	-475.	12333.	6042.
28.50	12178.	0.	-483.	12661.	6201.
29.00	12498.	0.	-492.	12990.	6360.
29.50	12819.	0.	-500.	13319.	6519.

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 593 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 11

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLE  
Capacit... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	13139.	0.	-509.	13648.	6678.
30.50	13460.	0.	-517.	13977.	6837.
31.00	13780.	0.	-526.	14306.	6995.
31.50	14101.	0.	-534.	14635.	7154.
32.00	14421.	0.	-543.	14964.	7313.
32.50	14742.	0.	-551.	15293.	7472.
33.00	15062.	0.	-560.	15622.	7631.
33.50	15382.	0.	-568.	15951.	7790.
34.00	15703.	0.	-577.	16280.	7949.
34.50	16023.	0.	-585.	16609.	8108.
35.00	16344.	0.	-594.	16938.	8267.
35.50	16664.	0.	-602.	17266.	8426.
36.00	16985.	0.	-611.	17595.	8585.
36.50	17305.	0.	-619.	17924.	8744.
37.00	17626.	0.	-628.	18253.	8903.
37.50	17946.	0.	-636.	18582.	9062.
38.00	18266.	0.	-645.	18911.	9220.
38.50	18587.	0.	-653.	19240.	9379.
39.00	18907.	0.	-662.	19569.	9538.
39.50	19228.	0.	-670.	19898.	9697.
40.00	19548.	0.	-679.	20227.	9856.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 594 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15. APPENDICE B. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED

### 15.1 SEZIONE KM 3+160 – CEDIMENTO TOTALE

\*\*\* CED \*\*\*

Programma per l'analisi dei cedimenti  
per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+160

Coefficiente di Frolich = 4  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondità falda = 2.5 m  
 Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	6.0	7000.	25000.	19.0	9.0	12
2	6.0	8.0	60000.	60000.	20.0	10.0	4
3	8.0	40.0	66000.	250000.	23.0	13.0	32
4	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 8.0 m  
 Larghezza sommità = 13.0 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa

Quota banca = 3.0 m  
 Larghezza banca = 1.0 m

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	30.0	.00	.00	36.74	1039.76	1145.996
2	30.0	.00	.00	32.24	1039.76	1005.699
3	33.3	.00	.00	25.49	1039.76	883.580
4	33.3	.00	.00	20.50	1039.76	710.373
5	33.3	.00	.00	15.50	1039.76	537.166

Carico totale = 4282.814 MN

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 595 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+160

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	160.0	79.9	80.0	.5	7750.
.8	160.0	79.5	79.8	1.4	9250.
1.3	160.0	78.5	79.5	2.4	10750.
1.8	160.0	77.2	79.0	3.3	12250.
2.3	159.9	75.4	78.4	4.3	13750.
2.8	159.7	73.4	77.7	5.0	15250.
3.3	159.5	71.1	76.9	5.4	16750.
3.8	159.2	68.6	75.9	5.9	18250.
4.3	158.8	66.0	74.9	6.3	19750.
4.8	158.2	63.3	73.9	6.8	21250.
5.3	157.6	60.6	72.7	7.2	22750.
5.8	156.8	57.9	71.6	7.7	24250.
6.3	155.9	55.2	70.4	8.2	60000.
6.8	154.9	52.5	69.1	8.7	60000.
7.3	153.7	50.0	67.9	9.2	60000.
7.8	152.5	47.5	66.7	9.7	60000.
8.5	150.5	43.9	64.8	10.6	68875.
9.5	147.6	39.5	62.4	11.9	74625.
10.5	144.5	35.5	60.0	13.2	80375.
11.5	141.2	31.9	57.7	14.4	86125.
12.5	137.9	28.6	55.5	15.8	91875.
13.5	134.5	25.7	53.4	17.1	97625.
14.5	131.1	23.2	51.4	18.4	103375.
15.5	127.7	20.9	49.5	19.6	109125.
16.5	124.3	18.8	47.7	21.0	114875.
17.5	121.0	17.0	46.0	22.3	120625.
18.5	117.8	15.4	44.4	23.6	126375.
19.5	114.6	14.0	42.9	24.9	132125.
20.5	111.6	12.7	41.4	26.1	137875.
21.5	108.7	11.5	40.1	27.5	143625.
22.5	105.8	10.5	38.8	28.8	149375.
23.5	103.1	9.6	37.5	30.1	155125.
24.5	100.4	8.8	36.4	31.4	160875.
25.5	97.8	8.0	35.3	32.7	166625.
26.5	95.4	7.4	34.2	34.0	172375.
27.5	93.0	6.8	33.3	35.3	178125.
28.5	90.7	6.3	32.3	36.5	183875.
29.5	88.5	5.8	31.4	37.9	189625.
30.5	86.4	5.3	30.6	39.2	195375.
31.5	84.4	4.9	29.8	40.5	201125.
32.5	82.5	4.6	29.0	41.8	206875.
33.5	80.6	4.2	28.3	43.0	212625.
34.5	78.8	3.9	27.6	44.4	218375.
35.5	77.0	3.7	26.9	45.7	224125.
36.5	75.4	3.4	26.2	47.0	229875.
37.5	73.8	3.2	25.6	48.3	235625.
38.5	72.2	3.0	25.0	49.5	241375.
39.5	70.7	2.8	24.5	50.9	247125.
41.0	68.6	2.5	23.7	52.8	253750.
43.0	65.9	2.2	22.7	55.4	261250.
45.0	63.4	2.0	21.8	58.0	268750.
47.0	61.1	1.8	20.9	60.6	276250.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 596 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+160

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	76.3			
.5	69.0	.0	.5	7.2
1.0	63.0	.5	1.0	6.1
1.5	57.7	1.0	1.5	5.2
2.0	53.1	1.5	2.0	4.6
2.5	49.0	2.0	2.5	4.1
3.0	45.2	2.5	3.0	3.8
3.5	41.8	3.0	3.5	3.4
4.0	38.6	3.5	4.0	3.2
4.5	35.7	4.0	4.5	2.9
5.0	32.9	4.5	5.0	2.8
5.5	30.3	5.0	5.5	2.6
6.0	27.9	5.5	6.0	2.4
6.5	26.9	6.0	6.5	1.0
7.0	25.9	6.5	7.0	1.0
7.5	24.9	7.0	7.5	1.0
8.0	23.9	7.5	8.0	1.0
9.0	22.2	8.0	9.0	1.7
10.0	20.7	9.0	10.0	1.6
11.0	19.2	10.0	11.0	1.4
12.0	17.9	11.0	12.0	1.3
13.0	16.7	12.0	13.0	1.2
14.0	15.5	13.0	14.0	1.1
15.0	14.5	14.0	15.0	1.1
16.0	13.5	15.0	16.0	1.0
17.0	12.6	16.0	17.0	.9
18.0	11.8	17.0	18.0	.8
19.0	11.0	18.0	19.0	.8
20.0	10.2	19.0	20.0	.7
21.0	9.5	20.0	21.0	.7
22.0	8.9	21.0	22.0	.6
23.0	8.3	22.0	23.0	.6
24.0	7.7	23.0	24.0	.6
25.0	7.2	24.0	25.0	.5
26.0	6.7	25.0	26.0	.5
27.0	6.2	26.0	27.0	.5
28.0	5.7	27.0	28.0	.5
29.0	5.3	28.0	29.0	.4
30.0	4.9	29.0	30.0	.4
31.0	4.5	30.0	31.0	.4
32.0	4.1	31.0	32.0	.4
33.0	3.8	32.0	33.0	.3
34.0	3.4	33.0	34.0	.3
35.0	3.1	34.0	35.0	.3
36.0	2.8	35.0	36.0	.3
37.0	2.5	36.0	37.0	.3
38.0	2.3	37.0	38.0	.3
39.0	2.0	38.0	39.0	.3
40.0	1.7	39.0	40.0	.3
42.0	1.3	40.0	42.0	.5
44.0	.8	42.0	44.0	.4
46.0	.4	44.0	46.0	.4
48.0	.0	46.0	48.0	.4

Cedimento totale = 76.3 mm



Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 597 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15.2 SEZIONE KM 3+160 – CEDIMENTO IMMEDIATO

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 3+160

Coefficiente di Frolich = 3  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondità falda = 2.5 m  
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	6.0	36000.	54000.	19.0	9.0	12
2	6.0	8.0	157500.	157500.	20.0	10.0	4
3	8.0	40.0	66000.	250000.	23.0	13.0	32
4	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 8.0 m  
 Larghezza sommità = 13.0 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa  
 Quota banca = 3.0 m  
 Larghezza banca = 1.0 m

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	30.0	.00	.00	36.74	1039.76	1145.996
2	30.0	.00	.00	32.24	1039.76	1005.699
3	33.3	.00	.00	25.49	1039.76	883.580
4	33.3	.00	.00	20.50	1039.76	710.373
5	33.3	.00	.00	15.50	1039.76	537.166

Carico totale = 4282.814 MN

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 598 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 3+160

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	160.0	155.7	157.8	.5	36750.
.8	160.0	147.0	153.5	1.4	38250.
1.3	159.9	138.5	149.2	2.4	39750.
1.8	159.7	130.1	144.9	3.3	41250.
2.3	159.4	122.1	140.7	4.3	42750.
2.8	159.0	114.3	136.6	5.0	44250.
3.3	158.4	106.9	132.6	5.4	45750.
3.8	157.6	99.8	128.7	5.9	47250.
4.3	156.6	93.2	124.9	6.3	48750.
4.8	155.5	86.9	121.2	6.8	50250.
5.3	154.3	81.1	117.7	7.2	51750.
5.8	152.9	75.6	114.2	7.7	53250.
6.3	151.4	70.5	110.9	8.2	54750.
6.8	149.8	65.8	107.8	8.7	56250.
7.3	148.1	61.4	104.7	9.2	57750.
7.8	146.4	57.3	101.8	9.7	59250.
8.5	143.6	51.7	97.6	10.6	61250.
9.5	139.7	45.2	92.4	11.9	63250.
10.5	135.8	39.5	87.6	13.2	65250.
11.5	131.8	34.7	83.2	14.4	67250.
12.5	127.9	30.6	79.1	15.8	69250.
13.5	124.0	27.0	75.4	17.1	71250.
14.5	120.2	23.9	71.9	18.4	73250.
15.5	116.4	21.2	68.7	19.6	75250.
16.5	112.9	18.9	65.8	21.0	77250.
17.5	109.4	16.9	63.0	22.3	79250.
18.5	106.1	15.1	60.4	23.6	81250.
19.5	102.9	13.6	58.1	24.9	83250.
20.5	99.8	12.2	55.8	26.1	85250.
21.5	96.8	11.0	53.8	27.5	87250.
22.5	94.0	10.0	51.8	28.8	89250.
23.5	91.3	9.0	50.0	30.1	91250.
24.5	88.8	8.2	48.3	31.4	93250.
25.5	86.3	7.5	46.7	32.7	95250.
26.5	84.0	6.8	45.2	34.0	97250.
27.5	81.7	6.2	43.8	35.3	99250.
28.5	79.6	5.7	42.4	36.5	101250.
29.5	77.5	5.3	41.2	37.9	103250.
30.5	75.6	4.8	40.0	39.2	105250.
31.5	73.7	4.5	38.8	40.5	107250.
32.5	71.9	4.1	37.8	41.8	109250.
33.5	70.1	3.8	36.7	43.0	111250.
34.5	68.5	3.5	35.8	44.4	113250.
35.5	66.9	3.3	34.8	45.7	115250.
36.5	65.4	3.1	34.0	47.0	117250.
37.5	63.9	2.8	33.1	48.3	119250.
38.5	62.5	2.7	32.3	49.5	121250.
39.5	61.2	2.5	31.6	50.9	123250.
41.0	59.3	2.2	30.5	52.8	125250.
43.0	56.9	2.0	29.1	55.4	127250.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 599 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 3+160

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	20.5			
.5	20.5	.0	.5	.0
1.0	20.4	.5	1.0	.1
1.5	20.2	1.0	1.5	.2
2.0	19.9	1.5	2.0	.3
2.5	19.6	2.0	2.5	.3
3.0	19.2	2.5	3.0	.4
3.5	18.8	3.0	3.5	.4
4.0	18.3	3.5	4.0	.5
4.5	17.8	4.0	4.5	.5
5.0	17.3	4.5	5.0	.5
5.5	16.8	5.0	5.5	.5
6.0	16.2	5.5	6.0	.5
6.5	16.0	6.0	6.5	.2
7.0	15.8	6.5	7.0	.2
7.5	15.6	7.0	7.5	.2
8.0	15.4	7.5	8.0	.2
9.0	14.4	8.0	9.0	1.0
10.0	13.5	9.0	10.0	1.0
11.0	12.6	10.0	11.0	.9
12.0	11.7	11.0	12.0	.8
13.0	10.9	12.0	13.0	.8
14.0	10.2	13.0	14.0	.7
15.0	9.5	14.0	15.0	.7
16.0	8.8	15.0	16.0	.7
17.0	8.2	16.0	17.0	.6
18.0	7.6	17.0	18.0	.6
19.0	7.1	18.0	19.0	.5
20.0	6.6	19.0	20.0	.5
21.0	6.1	20.0	21.0	.5
22.0	5.7	21.0	22.0	.4
23.0	5.2	22.0	23.0	.4
24.0	4.8	23.0	24.0	.4
25.0	4.5	24.0	25.0	.4
26.0	4.1	25.0	26.0	.4
27.0	3.8	26.0	27.0	.3
28.0	3.5	27.0	28.0	.3
29.0	3.2	28.0	29.0	.3
30.0	2.9	29.0	30.0	.3
31.0	2.6	30.0	31.0	.3
32.0	2.3	31.0	32.0	.3
33.0	2.1	32.0	33.0	.2
34.0	1.9	33.0	34.0	.2
35.0	1.6	34.0	35.0	.2
36.0	1.4	35.0	36.0	.2
37.0	1.2	36.0	37.0	.2
38.0	1.0	37.0	38.0	.2
39.0	.8	38.0	39.0	.2
40.0	.7	39.0	40.0	.2
42.0	.3	40.0	42.0	.3
44.0	.0	42.0	44.0	.3

Cedimento totale = 20.5 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 600 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### 15.3 SEZIONE KM 3+160 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO

Cedimento Totale	76.30	[mm]
Cedimento immediato	20.50	[mm]
Cedimento di consolidazione	55.80	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	3.00E-07	[m <sup>2</sup> /s]
Percorso di filtrazione - H	48	[m]
Consolidazione secondaria - C <sub>α</sub>	0.0025	
Altezza per la cons. sec. - H <sub>0</sub>	8	[m]
Anno iniziale - t1	0.5	
Anno finale - t2	75	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a t1 anni		
Tv	2.05E-03	
Um	5.11E-02	< 0.95
Cedimento	23.35	[mm]
Calcolo del cedimento a t2 anni		
Tv	3.08E-01	
Um	6.19E-01	< 0.95
Cedimento	55.02	[mm]
Cedimento dal t1 al t2° anno	<b>31.66</b>	<b>[mm] OK</b>

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 601 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15.4 SEZIONE KM 3+940 – CEDIMENTO TOTALE

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+940

Coefficiente di Frolich = 4  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondità falda = 7.0 m  
 Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	11.0	25000.	50000.	19.0	9.0	22
2	11.0	12.5	60000.	60000.	20.0	10.0	2
3	12.5	40.0	92000.	250000.	23.0	13.0	28
4	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 8.0 m  
 Larghezza sommità = 25.0 m  
 Pendenza scarpate = 2.800 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	32.0	.00	.00	30.14	1114.29	1074.808
2	32.0	.00	.00	29.00	1114.29	1034.057
3	32.0	.00	.00	27.86	1114.29	993.306
4	32.0	.00	.00	26.71	1114.29	952.555
5	32.0	.00	.00	25.57	1114.29	911.804

Carico totale = 4966.530 MN

pag./ 3

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 602 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+940

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	160.0	80.0	80.0	.5	25568.
.8	160.0	79.6	79.9	1.4	26705.
1.3	160.0	79.0	79.7	2.4	27841.
1.8	160.0	78.1	79.4	3.3	28977.
2.3	160.0	76.9	79.0	4.3	30114.
2.8	159.9	75.5	78.5	5.2	31250.
3.3	159.8	73.8	77.9	6.2	32386.
3.8	159.7	72.0	77.2	7.1	33523.
4.3	159.5	69.9	76.5	8.1	34659.
4.8	159.3	67.7	75.7	9.0	35795.
5.3	159.0	65.4	74.8	10.0	36932.
5.8	158.6	63.1	73.9	10.9	38068.
6.3	158.2	60.6	72.9	11.9	39205.
6.8	157.6	58.2	71.9	12.8	40341.
7.3	157.0	55.7	70.9	13.5	41477.
7.8	156.3	53.3	69.8	14.0	42614.
8.3	155.5	50.8	68.8	14.4	43750.
8.8	154.6	48.5	67.7	14.9	44886.
9.3	153.6	46.1	66.6	15.3	46023.
9.8	152.5	43.9	65.5	15.8	47159.
10.3	151.4	41.7	64.4	16.2	48295.
10.8	150.2	39.6	63.3	16.7	49432.
11.4	148.6	37.1	61.9	17.3	60000.
12.1	146.5	34.3	60.3	18.0	60000.
13.0	144.1	31.2	58.4	19.0	94821.
14.0	141.1	28.1	56.4	20.3	100464.
15.0	138.1	25.3	54.5	21.6	106107.
15.9	135.0	22.8	52.6	22.9	111750.
16.9	131.8	20.5	50.8	24.1	117393.
17.9	128.7	18.5	49.1	25.4	123036.
18.9	125.6	16.7	47.4	26.7	128679.
19.9	122.5	15.2	45.9	28.0	134321.
20.8	119.4	13.7	44.4	29.3	139964.
21.8	116.5	12.5	43.0	30.5	145607.
22.8	113.6	11.3	41.6	31.8	151250.
23.8	110.8	10.3	40.4	33.1	156893.
24.8	108.1	9.4	39.2	34.4	162536.
25.8	105.4	8.6	38.0	35.6	168179.
26.7	102.9	7.9	36.9	36.9	173821.
27.7	100.4	7.3	35.9	38.2	179464.
28.7	98.0	6.7	34.9	39.5	185107.
29.7	95.7	6.2	33.9	40.7	190750.
30.7	93.5	5.7	33.0	42.0	196393.
31.7	91.3	5.3	32.2	43.3	202036.
32.6	89.3	4.9	31.4	44.6	207679.
33.6	87.3	4.5	30.6	45.9	213321.
34.6	85.4	4.2	29.8	47.1	218964.
35.6	83.5	3.9	29.1	48.4	224607.
36.6	81.8	3.6	28.4	49.7	230250.
37.5	80.0	3.4	27.8	51.0	235893.
38.5	78.4	3.2	27.2	52.2	241536.
39.5	76.8	3.0	26.6	53.5	247179.
41.0	74.5	2.7	25.7	55.5	253750.
43.0	71.6	2.4	24.6	58.1	261250.
45.0	68.9	2.1	23.6	60.7	268750.
47.0	66.3	1.8	22.7	63.3	276250.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 603 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 3+940

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m      Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	56.9			
.5	54.7	.0	.5	2.2
1.0	52.6	.5	1.0	2.1
1.5	50.6	1.0	1.5	2.0
2.0	48.6	1.5	2.0	1.9
2.5	46.8	2.0	2.5	1.9
3.0	45.0	2.5	3.0	1.8
3.5	43.2	3.0	3.5	1.8
4.0	41.5	3.5	4.0	1.7
4.5	39.8	4.0	4.5	1.7
5.0	38.2	4.5	5.0	1.6
5.5	36.6	5.0	5.5	1.6
6.0	35.1	5.5	6.0	1.5
6.5	33.5	6.0	6.5	1.5
7.0	32.1	6.5	7.0	1.5
7.5	30.6	7.0	7.5	1.4
8.0	29.2	7.5	8.0	1.4
8.5	27.9	8.0	8.5	1.4
9.0	26.5	8.5	9.0	1.3
9.5	25.2	9.0	9.5	1.3
10.0	24.0	9.5	10.0	1.3
10.5	22.7	10.0	10.5	1.2
11.0	21.5	10.5	11.0	1.2
11.8	20.0	11.0	11.8	1.5
12.5	18.6	11.8	12.5	1.5
13.5	17.4	12.5	13.5	1.2
14.5	16.2	13.5	14.5	1.1
15.4	15.2	14.5	15.4	1.1
16.4	14.2	15.4	16.4	1.0
17.4	13.3	16.4	17.4	.9
18.4	12.4	17.4	18.4	.9
19.4	11.6	18.4	19.4	.8
20.4	10.8	19.4	20.4	.8
21.3	10.1	20.4	21.3	.7
22.3	9.4	21.3	22.3	.7
23.3	8.8	22.3	23.3	.6
24.3	8.2	23.3	24.3	.6
25.3	7.6	24.3	25.3	.6
26.3	7.1	25.3	26.3	.5
27.2	6.6	26.3	27.2	.5
28.2	6.1	27.2	28.2	.5
29.2	5.7	28.2	29.2	.5
30.2	5.2	29.2	30.2	.4
31.2	4.8	30.2	31.2	.4
32.1	4.4	31.2	32.1	.4
33.1	4.1	32.1	33.1	.4
34.1	3.7	33.1	34.1	.4
35.1	3.4	34.1	35.1	.3
36.1	3.0	35.1	36.1	.3
37.1	2.7	36.1	37.1	.3
38.0	2.4	37.1	38.0	.3
39.0	2.2	38.0	39.0	.3
40.0	1.9	39.0	40.0	.3
42.0	1.4	40.0	42.0	.5
44.0	.9	42.0	44.0	.5
46.0	.4	44.0	46.0	.5
48.0	.0	46.0	48.0	.4

Cedimento totale = 56.9 mm

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 604 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15.5 SEZIONE KM 7+240 – CEDIMENTO TOTALE

\*\*\* CED \*\*\*

 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento totale sez 7+240

Coefficiente di Frolich	=	4
S'z a quota piano di posa	=	.0 kPa
Profondità falda	=	1.5 m
Coefficiente di Poisson	=	.30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	8.0	15000.	15000.	19.0	9.0	16
2	8.0	10.0	60000.	60000.	20.0	10.0	4
3	10.0	40.0	77500.	250000.	23.0	13.0	30
4	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva	=	7.3 m
Larghezza sommità'	=	13.0 m
Pendenza scarpate	=	.667 (vert/orizz)
Peso di volume	=	20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommità'	=	.0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	29.2	.00	.00	32.70	957.78	914.532
2	29.2	.00	.00	28.32	957.78	792.097
3	29.2	.00	.00	23.94	957.78	669.662
4	29.2	.00	.00	19.57	957.78	547.227
5	29.2	.00	.00	15.19	957.78	424.791

Carico totale = 3348.308 MN



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 605 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 7+240

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	146.0	72.9	73.0	.5	15000.
.8	146.0	72.5	72.8	1.4	15000.
1.3	146.0	71.5	72.5	2.4	15000.
1.8	146.0	70.2	72.1	3.1	15000.
2.3	145.9	68.5	71.5	3.5	15000.
2.8	145.7	66.5	70.7	4.0	15000.
3.3	145.5	64.2	69.9	4.4	15000.
3.8	145.2	61.8	69.0	4.9	15000.
4.3	144.8	59.3	68.0	5.3	15000.
4.8	144.2	56.6	66.9	5.8	15000.
5.3	143.5	54.0	65.8	6.2	15000.
5.8	142.7	51.3	64.7	6.7	15000.
6.3	141.8	48.7	63.5	7.1	15000.
6.8	140.8	46.2	62.3	7.6	15000.
7.3	139.7	43.7	61.1	8.0	15000.
7.8	138.5	41.3	59.9	8.5	15000.
8.3	137.1	39.0	58.7	8.9	60000.
8.8	135.8	36.8	57.5	9.4	60000.
9.3	134.3	34.8	56.4	9.9	60000.
9.8	132.8	32.8	55.2	10.4	60000.
10.5	130.5	30.0	53.5	11.4	80375.
11.5	127.2	26.7	51.3	12.7	86125.
12.5	123.9	23.8	49.2	13.9	91875.
13.5	120.5	21.2	47.2	15.3	97625.
14.5	117.2	18.9	45.4	16.6	103375.
15.5	113.9	16.9	43.6	17.9	109125.
16.5	110.6	15.1	41.9	19.1	114875.
17.5	107.5	13.5	40.3	20.5	120625.
18.5	104.4	12.2	38.8	21.8	126375.
19.5	101.4	10.9	37.4	23.1	132125.
20.5	98.5	9.9	36.1	24.4	137875.
21.5	95.7	8.9	34.9	25.6	143625.
22.5	93.0	8.1	33.7	27.0	149375.
23.5	90.5	7.3	32.6	28.3	155125.
24.5	88.0	6.7	31.5	29.6	160875.
25.5	85.6	6.1	30.6	30.9	166625.
26.5	83.3	5.6	29.6	32.2	172375.
27.5	81.2	5.1	28.7	33.5	178125.
28.5	79.1	4.7	27.9	34.8	183875.
29.5	77.1	4.3	27.1	36.0	189625.
30.5	75.1	4.0	26.4	37.4	195375.
31.5	73.3	3.7	25.6	38.7	201125.
32.5	71.5	3.4	25.0	40.0	206875.
33.5	69.8	3.1	24.3	41.3	212625.
34.5	68.2	2.9	23.7	42.5	218375.
35.5	66.7	2.7	23.1	43.9	224125.
36.5	65.2	2.5	22.5	45.2	229875.
37.5	63.7	2.3	22.0	46.5	235625.
38.5	62.3	2.2	21.5	47.8	241375.
39.5	61.0	2.0	21.0	49.0	247125.
41.0	59.1	1.8	20.3	51.0	253750.
43.0	56.7	1.6	19.4	53.6	261250.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 606 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento totale sez 7+240

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	77.6			
.5	74.2	.0	.5	3.4
1.0	70.8	.5	1.0	3.4
1.5	67.4	1.0	1.5	3.4
2.0	63.9	1.5	2.0	3.4
2.5	60.5	2.0	2.5	3.5
3.0	57.0	2.5	3.0	3.5
3.5	53.5	3.0	3.5	3.5
4.0	50.0	3.5	4.0	3.5
4.5	46.4	4.0	4.5	3.6
5.0	42.8	4.5	5.0	3.6
5.5	39.2	5.0	5.5	3.6
6.0	35.6	5.5	6.0	3.6
6.5	32.0	6.0	6.5	3.6
7.0	28.4	6.5	7.0	3.6
7.5	24.8	7.0	7.5	3.6
8.0	21.2	7.5	8.0	3.6
8.5	20.3	8.0	8.5	.9
9.0	19.4	8.5	9.0	.9
9.5	18.5	9.0	9.5	.9
10.0	17.7	9.5	10.0	.9
11.0	16.3	10.0	11.0	1.3
12.0	15.1	11.0	12.0	1.2
13.0	14.0	12.0	13.0	1.1
14.0	13.0	13.0	14.0	1.0
15.0	12.1	14.0	15.0	.9
16.0	11.2	15.0	16.0	.9
17.0	10.4	16.0	17.0	.8
18.0	9.6	17.0	18.0	.8
19.0	8.9	18.0	19.0	.7
20.0	8.2	19.0	20.0	.7
21.0	7.6	20.0	21.0	.6
22.0	7.1	21.0	22.0	.6
23.0	6.5	22.0	23.0	.5
24.0	6.0	23.0	24.0	.5
25.0	5.5	24.0	25.0	.5
26.0	5.1	25.0	26.0	.4
27.0	4.7	26.0	27.0	.4
28.0	4.3	27.0	28.0	.4
29.0	3.9	28.0	29.0	.4
30.0	3.5	29.0	30.0	.4
31.0	3.2	30.0	31.0	.3
32.0	2.9	31.0	32.0	.3
33.0	2.6	32.0	33.0	.3
34.0	2.3	33.0	34.0	.3
35.0	2.0	34.0	35.0	.3
36.0	1.7	35.0	36.0	.3
37.0	1.5	36.0	37.0	.3
38.0	1.2	37.0	38.0	.2
39.0	1.0	38.0	39.0	.2
40.0	.8	39.0	40.0	.2
42.0	.4	40.0	42.0	.4
44.0	.0	42.0	44.0	.4

Cedimento totale = 77.6 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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 607 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 15.6 SEZIONE KM 7+240 – CEDIMENTO IMMEDIATO

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidezza nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 7+240

Coefficiente di Frolich = 3  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondita' falda = 1.5 m  
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	8.0	40500.	40500.	19.0	9.0	16
2	8.0	10.0	157500.	157500.	20.0	10.0	4
3	10.0	40.0	77500.	250000.	23.0	13.0	30
4	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondita' inizio strato  
 Z fin = profondita' fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 7.3 m  
 Larghezza sommita' = 13.0 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	29.2	.00	.00	32.70	957.78	914.532
2	29.2	.00	.00	28.32	957.78	792.097
3	29.2	.00	.00	23.94	957.78	669.662
4	29.2	.00	.00	19.57	957.78	547.227
5	29.2	.00	.00	15.19	957.78	424.791

Carico totale = 3348.308 MN

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 608 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 7+240

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	146.0	141.8	143.9	.5	40500.
.8	146.0	133.5	139.7	1.4	40500.
1.3	145.9	125.3	135.6	2.4	40500.
1.8	145.7	117.4	131.5	3.1	40500.
2.3	145.4	109.6	127.5	3.5	40500.
2.8	145.0	102.2	123.6	4.0	40500.
3.3	144.3	95.2	119.7	4.4	40500.
3.8	143.6	88.5	116.0	4.9	40500.
4.3	142.6	82.2	112.4	5.3	40500.
4.8	141.5	76.3	108.9	5.8	40500.
5.3	140.3	70.8	105.5	6.2	40500.
5.8	138.9	65.7	102.3	6.7	40500.
6.3	137.4	60.9	99.1	7.1	40500.
6.8	135.8	56.5	96.1	7.6	40500.
7.3	134.1	52.5	93.2	8.0	40500.
7.8	132.4	48.7	90.5	8.5	40500.
8.3	130.6	45.2	87.8	8.9	157500.
8.8	128.7	42.0	85.3	9.4	157500.
9.3	126.8	39.1	82.9	9.9	157500.
9.8	124.9	36.4	80.6	10.4	157500.
10.5	122.0	32.7	77.3	11.4	80375.
11.5	118.1	28.4	73.2	12.7	86125.
12.5	114.3	24.8	69.4	13.9	91875.
13.5	110.5	21.7	66.0	15.3	97625.
14.5	106.8	19.0	62.8	16.6	103375.
15.5	103.3	16.8	59.9	17.9	109125.
16.5	99.9	14.8	57.2	19.1	114875.
17.5	96.6	13.1	54.7	20.5	120625.
18.5	93.4	11.7	52.4	21.8	126375.
19.5	90.4	10.4	50.3	23.1	132125.
20.5	87.6	9.3	48.3	24.4	137875.
21.5	84.9	8.4	46.5	25.6	143625.
22.5	82.2	7.5	44.7	27.0	149375.
23.5	79.8	6.8	43.1	28.3	155125.
24.5	77.4	6.2	41.6	29.6	160875.
25.5	75.2	5.6	40.2	30.9	166625.
26.5	73.0	5.1	38.9	32.2	172375.
27.5	71.0	4.6	37.6	33.5	178125.
28.5	69.0	4.2	36.4	34.8	183875.
29.5	67.2	3.9	35.3	36.0	189625.
30.5	65.4	3.6	34.3	37.4	195375.
31.5	63.7	3.3	33.3	38.7	201125.
32.5	62.1	3.0	32.3	40.0	206875.
33.5	60.6	2.8	31.4	41.3	212625.
34.5	59.1	2.6	30.6	42.5	218375.
35.5	57.7	2.4	29.8	43.9	224125.
36.5	56.3	2.2	29.0	45.2	229875.
37.5	55.1	2.1	28.3	46.5	235625.
38.5	53.8	1.9	27.6	47.8	241375.
39.5	52.6	1.8	26.9	49.0	247125.
41.0	50.9	1.6	26.0	51.0	253750.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 609 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato sez 7+240

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	20.4			
.5	20.3	.0	.5	.0
1.0	20.2	.5	1.0	.1
1.5	20.0	1.0	1.5	.2
2.0	19.8	1.5	2.0	.3
2.5	19.4	2.0	2.5	.3
3.0	19.0	2.5	3.0	.4
3.5	18.6	3.0	3.5	.5
4.0	18.1	3.5	4.0	.5
4.5	17.5	4.0	4.5	.6
5.0	16.9	4.5	5.0	.6
5.5	16.3	5.0	5.5	.6
6.0	15.6	5.5	6.0	.7
6.5	14.9	6.0	6.5	.7
7.0	14.2	6.5	7.0	.7
7.5	13.4	7.0	7.5	.8
8.0	12.6	7.5	8.0	.8
8.5	12.4	8.0	8.5	.2
9.0	12.2	8.5	9.0	.2
9.5	12.0	9.0	9.5	.2
10.0	11.8	9.5	10.0	.2
11.0	11.0	10.0	11.0	.8
12.0	10.2	11.0	12.0	.8
13.0	9.4	12.0	13.0	.7
14.0	8.8	13.0	14.0	.7
15.0	8.1	14.0	15.0	.6
16.0	7.5	15.0	16.0	.6
17.0	7.0	16.0	17.0	.6
18.0	6.5	17.0	18.0	.5
19.0	6.0	18.0	19.0	.5
20.0	5.5	19.0	20.0	.5
21.0	5.1	20.0	21.0	.4
22.0	4.7	21.0	22.0	.4
23.0	4.3	22.0	23.0	.4
24.0	4.0	23.0	24.0	.4
25.0	3.6	24.0	25.0	.3
26.0	3.3	25.0	26.0	.3
27.0	3.0	26.0	27.0	.3
28.0	2.7	27.0	28.0	.3
29.0	2.5	28.0	29.0	.3
30.0	2.2	29.0	30.0	.3
31.0	2.0	30.0	31.0	.2
32.0	1.8	31.0	32.0	.2
33.0	1.5	32.0	33.0	.2
34.0	1.3	33.0	34.0	.2
35.0	1.1	34.0	35.0	.2
36.0	1.0	35.0	36.0	.2
37.0	.8	36.0	37.0	.2
38.0	.6	37.0	38.0	.2
39.0	.4	38.0	39.0	.2
40.0	.3	39.0	40.0	.2
42.0	.0	40.0	42.0	.3

Cedimento totale = 20.4 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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 610 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

#### 1 5.7 SEZIONE KM 7+240 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO

Cedimento Totale	77.60	[mm]
Cedimento immediato	20.40	[mm]
Cedimento di consolidazione	57.20	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	3.00E-07	[m <sup>2</sup> /s]
Percorso di filtrazione - H	44	[m]
Consolidazione secondaria - C <sub>α</sub>	0.0025	
Altezza per la cons. sec. - H0	10	[m]
Anno iniziale - t1	0.5	
Anno finale - t2	75	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a t1 anni		
Tv	2.45E-03	
Um	5.58E-02	< 0.95
Cedimento	23.59	[mm]
Calcolo del cedimento a t2 anni		
Tv	3.67E-01	
Um	6.70E-01	< 0.95
Cedimento	58.71	[mm]
Cedimento dal t1 al t2° anno	35.12	[mm] OK

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 611 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15.8 SEZIONE KM 8+960 – CEDIMENTO TOTALE

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 8+960

Coefficiente di Frolich = 4  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondità falda = 7.0 m  
 Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	4.0	6000.	6000.	19.0	9.0	8
2	4.0	14.0	25000.	35000.	19.0	9.0	20
3	14.0	15.0	60000.	60000.	20.0	10.0	4
4	15.0	40.0	106000.	250000.	23.0	13.0	25
5	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 5.0 m  
 Larghezza sommità = 22.0 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	20.0	.00	.00	35.49	1179.85	837.534
2	20.0	.00	.00	32.49	1179.85	766.779
3	20.0	.00	.00	29.50	1179.85	696.023
4	20.0	.00	.00	26.50	1179.85	625.268
5	20.0	.00	.00	23.50	1179.85	554.512

Carico totale = 3480.115 MN

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 612 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 8+960

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	100.0	50.0	50.0	.5	6000.
.8	100.0	49.8	49.9	1.4	6000.
1.3	100.0	49.4	49.8	2.4	6000.
1.8	100.0	48.9	49.6	3.3	6000.
2.3	100.0	48.2	49.4	4.3	6000.
2.8	99.9	47.4	49.1	5.2	6000.
3.3	99.9	46.4	48.8	6.2	6000.
3.8	99.8	45.3	48.4	7.1	6000.
4.3	99.7	44.1	47.9	8.1	25250.
4.8	99.6	42.8	47.5	9.0	25750.
5.3	99.4	41.4	47.0	10.0	26250.
5.8	99.2	40.0	46.4	10.9	26750.
6.3	98.9	38.6	45.8	11.9	27250.
6.8	98.6	37.2	45.3	12.8	27750.
7.3	98.2	35.7	44.6	13.5	28250.
7.8	97.8	34.2	44.0	14.0	28750.
8.3	97.4	32.8	43.4	14.4	29250.
8.8	96.8	31.4	42.7	14.9	29750.
9.3	96.3	30.0	42.1	15.3	30250.
9.8	95.7	28.6	41.4	15.8	30750.
10.3	95.0	27.3	40.8	16.2	31250.
10.8	94.3	26.0	40.1	16.7	31750.
11.3	93.6	24.8	39.5	17.1	32250.
11.8	92.8	23.6	38.8	17.6	32750.
12.3	92.0	22.5	38.2	18.0	33250.
12.8	91.2	21.4	37.5	18.5	33750.
13.3	90.3	20.4	36.9	18.9	34250.
13.8	89.5	19.4	36.3	19.4	34750.
14.1	88.8	18.7	35.8	19.7	60000.
14.4	88.4	18.2	35.5	20.0	60000.
14.6	87.9	17.8	35.2	20.2	60000.
14.9	87.5	17.3	34.9	20.5	60000.
15.5	86.3	16.3	34.2	21.3	108880.
16.5	84.4	14.7	33.1	22.6	114640.
17.5	82.6	13.4	32.0	23.9	120400.
18.5	80.7	12.1	30.9	25.1	126160.
19.5	78.8	11.0	29.9	26.5	131920.
20.5	77.0	10.0	29.0	27.8	137680.
21.5	75.2	9.1	28.1	29.1	143440.
22.5	73.4	8.3	27.2	30.4	149200.
23.5	71.6	7.6	26.4	31.6	154960.
24.5	69.9	7.0	25.6	33.0	160720.
25.5	68.3	6.4	24.9	34.3	166480.
26.5	66.7	5.9	24.2	35.5	172240.
27.5	65.1	5.4	23.5	36.9	178000.
28.5	63.6	5.0	22.9	38.2	183760.
29.5	62.2	4.6	22.2	39.5	189520.
30.5	60.8	4.2	21.7	40.8	195280.
31.5	59.4	3.9	21.1	42.0	201040.
32.5	58.1	3.6	20.6	43.4	206800.
33.5	56.8	3.4	20.1	44.7	212560.
34.5	55.6	3.1	19.6	46.0	218320.
35.5	54.4	2.9	19.1	47.3	224080.
36.5	53.3	2.7	18.7	48.5	229840.
37.5	52.2	2.5	18.2	49.9	235600.
38.5	51.1	2.4	17.8	51.2	241360.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 613 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento totale sez 8+960

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	81.8			
.5	75.9	.0	.5	5.8
1.0	70.1	.5	1.0	5.8
1.5	64.2	1.0	1.5	5.9
2.0	58.4	1.5	2.0	5.9
2.5	52.5	2.0	2.5	5.9
3.0	46.6	2.5	3.0	5.9
3.5	40.6	3.0	3.5	5.9
4.0	34.6	3.5	4.0	6.0
4.5	33.2	4.0	4.5	1.4
5.0	31.8	4.5	5.0	1.4
5.5	30.4	5.0	5.5	1.4
6.0	29.0	5.5	6.0	1.4
6.5	27.7	6.0	6.5	1.4
7.0	26.4	6.5	7.0	1.3
7.5	25.0	7.0	7.5	1.3
8.0	23.8	7.5	8.0	1.3
8.5	22.5	8.0	8.5	1.3
9.0	21.2	8.5	9.0	1.3
9.5	20.0	9.0	9.5	1.2
10.0	18.8	9.5	10.0	1.2
10.5	17.6	10.0	10.5	1.2
11.0	16.4	10.5	11.0	1.2
11.5	15.3	11.0	11.5	1.2
12.0	14.1	11.5	12.0	1.1
12.5	13.0	12.0	12.5	1.1
13.0	11.9	12.5	13.0	1.1
13.5	10.9	13.0	13.5	1.1
14.0	9.8	13.5	14.0	1.0
14.3	9.5	14.0	14.3	.3
14.5	9.2	14.3	14.5	.3
14.8	8.9	14.5	14.8	.3
15.0	8.6	14.8	15.0	.3
16.0	8.0	15.0	16.0	.7
17.0	7.3	16.0	17.0	.6
18.0	6.8	17.0	18.0	.6
19.0	6.2	18.0	19.0	.5
20.0	5.7	19.0	20.0	.5
21.0	5.3	20.0	21.0	.5
22.0	4.8	21.0	22.0	.4
23.0	4.4	22.0	23.0	.4
24.0	4.0	23.0	24.0	.4
25.0	3.6	24.0	25.0	.4
26.0	3.3	25.0	26.0	.4
27.0	2.9	26.0	27.0	.3
28.0	2.6	27.0	28.0	.3
29.0	2.3	28.0	29.0	.3
30.0	2.0	29.0	30.0	.3
31.0	1.8	30.0	31.0	.3
32.0	1.5	31.0	32.0	.3
33.0	1.3	32.0	33.0	.2
34.0	1.0	33.0	34.0	.2
35.0	.8	34.0	35.0	.2
36.0	.6	35.0	36.0	.2
37.0	.4	36.0	37.0	.2
38.0	.2	37.0	38.0	.2
39.0	.0	38.0	39.0	.2

Cedimento totale = 81.8 mm

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 614 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 15.9 SEZIONE KM 8+960 – CEDIMENTO IMMEDIATO

\*\*\* CED \*\*\*

 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidezza nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

QUADRILATERO LOTTO 3

Rilevato illimitato - cedimento immediato 8+960

Coefficiente di Frolich = 3  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondita' falda = 7.0 m  
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	4.0	22500.	22500.	19.0	9.0	8
2	4.0	14.0	25000.	35000.	19.0	9.0	20
3	14.0	15.0	135000.	135000.	20.0	10.0	4
4	15.0	40.0	106000.	250000.	23.0	13.0	25
5	40.0	80.0	250000.	400000.	23.0	13.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondita' inizio strato  
 Z fin = profondita' fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 5.0 m  
 Larghezza sommita' = 22.0 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	20.0	.00	.00	35.49	1179.85	837.534
2	20.0	.00	.00	32.49	1179.85	766.779
3	20.0	.00	.00	29.50	1179.85	696.023
4	20.0	.00	.00	26.50	1179.85	625.268
5	20.0	.00	.00	23.50	1179.85	554.512

Carico totale = 3480.115 MN

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 615 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag./ 3

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato 8+960

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	100.0	97.8	98.9	.5	22500.
.8	100.0	93.4	96.7	1.4	22500.
1.3	100.0	89.0	94.5	2.4	22500.
1.8	99.9	84.7	92.3	3.3	22500.
2.3	99.8	80.5	90.2	4.3	22500.
2.8	99.7	76.4	88.0	5.2	22500.
3.3	99.5	72.3	85.9	6.2	22500.
3.8	99.3	68.4	83.8	7.1	22500.
4.3	99.0	64.6	81.8	8.1	25250.
4.8	98.6	61.0	79.8	9.0	25750.
5.3	98.2	57.5	77.8	10.0	26250.
5.8	97.7	54.2	75.9	10.9	26750.
6.3	97.1	51.1	74.0	11.9	27250.
6.8	96.5	48.0	72.2	12.8	27750.
7.3	95.8	45.2	70.5	13.5	28250.
7.8	95.0	42.5	68.7	14.0	28750.
8.3	94.2	40.0	67.1	14.4	29250.
8.8	93.4	37.6	65.4	14.9	29750.
9.3	92.5	35.3	63.9	15.3	30250.
9.8	91.6	33.2	62.3	15.8	30750.
10.3	90.6	31.2	60.9	16.2	31250.
10.8	89.6	29.4	59.4	16.7	31750.
11.3	88.6	27.6	58.1	17.1	32250.
11.8	87.6	26.0	56.7	17.6	32750.
12.3	86.5	24.5	55.4	18.0	33250.
12.8	85.5	23.0	54.2	18.5	33750.
13.3	84.4	21.7	53.0	18.9	34250.
13.8	83.3	20.4	51.8	19.4	34750.
14.1	82.5	19.5	51.0	19.7	135000.
14.4	82.0	19.0	50.4	20.0	135000.
14.6	81.4	18.4	49.9	20.2	135000.
14.9	80.9	17.9	49.3	20.5	135000.
15.5	79.5	16.7	48.0	21.3	108880.
16.5	77.4	14.9	46.1	22.6	114640.
17.5	75.3	13.3	44.2	23.9	120400.
18.5	73.3	11.9	42.5	25.1	126160.
19.5	71.3	10.7	40.9	26.5	131920.
20.5	69.3	9.7	39.4	27.8	137680.
21.5	67.4	8.7	38.0	29.1	143440.
22.5	65.6	7.9	36.7	30.4	149200.
23.5	63.9	7.2	35.4	31.6	154960.
24.5	62.2	6.5	34.2	33.0	160720.
25.5	60.5	5.9	33.1	34.3	166480.
26.5	59.0	5.4	32.1	35.5	172240.
27.5	57.5	5.0	31.1	36.9	178000.
28.5	56.0	4.5	30.2	38.2	183760.
29.5	54.6	4.2	29.3	39.5	189520.
30.5	53.3	3.8	28.5	40.8	195280.
31.5	52.0	3.5	27.7	42.0	201040.
32.5	50.8	3.3	26.9	43.4	206800.
33.5	49.6	3.0	26.2	44.7	212560.
34.5	48.5	2.8	25.5	46.0	218320.
35.5	47.4	2.6	24.9	47.3	224080.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 616 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

pag. / 4

QUADRILATERO LOTTO 3  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato 8+960

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	21.5			
.5	21.4	.0	.5	.0
1.0	21.3	.5	1.0	.1
1.5	21.1	1.0	1.5	.2
2.0	20.9	1.5	2.0	.3
2.5	20.5	2.0	2.5	.3
3.0	20.2	2.5	3.0	.4
3.5	19.7	3.0	3.5	.5
4.0	19.2	3.5	4.0	.5
4.5	18.7	4.0	4.5	.5
5.0	18.1	4.5	5.0	.5
5.5	17.6	5.0	5.5	.6
6.0	16.9	5.5	6.0	.6
6.5	16.3	6.0	6.5	.6
7.0	15.7	6.5	7.0	.7
7.5	15.0	7.0	7.5	.7
8.0	14.3	7.5	8.0	.7
8.5	13.6	8.0	8.5	.7
9.0	12.9	8.5	9.0	.7
9.5	12.2	9.0	9.5	.7
10.0	11.5	9.5	10.0	.7
10.5	10.8	10.0	10.5	.7
11.0	10.1	10.5	11.0	.7
11.5	9.3	11.0	11.5	.7
12.0	8.6	11.5	12.0	.7
12.5	7.9	12.0	12.5	.7
13.0	7.2	12.5	13.0	.7
13.5	6.6	13.0	13.5	.7
14.0	5.9	13.5	14.0	.7
14.3	5.8	14.0	14.3	.1
14.5	5.7	14.3	14.5	.1
14.8	5.6	14.5	14.8	.1
15.0	5.5	14.8	15.0	.1
16.0	5.1	15.0	16.0	.4
17.0	4.7	16.0	17.0	.4
18.0	4.3	17.0	18.0	.4
19.0	3.9	18.0	19.0	.4
20.0	3.6	19.0	20.0	.3
21.0	3.3	20.0	21.0	.3
22.0	3.0	21.0	22.0	.3
23.0	2.7	22.0	23.0	.3
24.0	2.4	23.0	24.0	.3
25.0	2.1	24.0	25.0	.3
26.0	1.9	25.0	26.0	.2
27.0	1.6	26.0	27.0	.2
28.0	1.4	27.0	28.0	.2
29.0	1.2	28.0	29.0	.2
30.0	1.0	29.0	30.0	.2
31.0	.8	30.0	31.0	.2
32.0	.6	31.0	32.0	.2
33.0	.5	32.0	33.0	.2
34.0	.3	33.0	34.0	.2
35.0	.2	34.0	35.0	.2
36.0	.0	35.0	36.0	.2

Cedimento totale = 21.5 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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 617 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**15.10**
**SEZIONE KM 8+960 – STIMA CONSOLIDAZIONE NEL TEMPO**

Cedimento Totale	81.80	[mm]
Cedimento immediato	21.50	[mm]
Cedimento di consolidazione	60.30	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	3.00E-07	[m <sup>2</sup> /s]
Percorso di filtrazione - H	28	[m]
Consolidazione secondaria - C $\alpha$	0.0025	
Altezza per la cons. sec. - H0	15	[m]
Anno iniziale - t1	0.5	
Anno finale - t2	75	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a t1 anni		
Tv	6.04E-03	
Um	8.77E-02	< 0.95
Cedimento	26.79	[mm]
Calcolo del cedimento a t2 anni		
Tv	9.06E-01	
Um	9.12E-01	< 0.95
Cedimento	76.50	[mm]
Cedimento dal t1 al t2° anno	<b>49.71</b>	<b>[mm] OK</b>

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 618 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 16. APPENDICE C. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

### 16.1 TRINCEA SEZ. KM 0+420- ANALISI STABILITÀ SLU

## Slide Analysis Information

### H5\_ala

#### Project Summary

---

File Name: H5\_ala.slmd  
 Slide Modeler Version: 8.024

#### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.182200	00h:00m:00.92s
Statica	sismica kv+	Bishop Simplified: 1.114500	00h:00m:00.80s
	sismica Kv-	Bishop Simplified: 1.107310	00h:00m:00.81s

#### General Settings

---

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 Permeability Units: meters/second  
 Data Output: Standard  
 Failure Direction: Right to Left

#### Analysis Options

---

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 619 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

### Groundwater Analysis

All Open Scenarios	
Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

All Open Scenarios	
Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

Statica - sismica kv+		All other Scenarios	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	Not Defined	Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic Loading

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 620 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
		Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08
		Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

### Materials

Property	Ala	Salt
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20
Cohesion [kPa]	4	8
Friction Angle [°]	20.5	22.2
Water Surface	Assigned per scenario	Assigned per scenario
Hu Value	1	1

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-
Ala			
Salt			

### Global Minimums

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
FS	1.182200	FS	1.114500	FS	1.107310
Center:	11.678, 29.964	Center:	13.326, 35.355	Center:	12.455, 33.680
Radius:	10.260	Radius:	18.312	Radius:	17.143
Left Slip Surface Endpoint:	9.233, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	3.348, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	2.122, 20.000





## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 622 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

12	11.7519	19.704	15.74	0	0	11	8.4420	17.705	103.7	0	0	11	7.0983	17.394	115.7	0	0
			43				4	9	73				8	5	45		
13	11.9843	19.70	17.82	0	0	12	8.9640	17.569	115.7	0	0	12	7.6135	17.234	129.1	0	0
			05				9	7	72				4	38			
14	12.2167	19.718	19.91	0	0	13	9.4861	17.449	127.2	0	0	13	8.1287	17.091	141.9	0	0
			42				4	7	77					78			
15	12.4491	19.733	21.99	0	0	14	10.008	17.345	138.1	0	0	14	8.6438	16.965	154.1	0	0
			69				2	7	81				6	2	5		
16	12.6815	19.753	24.04	0	0	15	10.530	17.257	148.3	0	0	15	9.1590	16.856	165.5	0	0
			22				2	3	96				2	56			
17	12.9139	19.779	26.02	0	0	16	11.052	17.184	158.5	0	0	16	9.6741	16.763	176.1	0	0
			54				3	3	32				8	2	14		
18	13.1463	19.8	27.92	0	0	17	11.574	17.126	168.9	0	0	17	10.189	16.686	185.7	0	0
			32				3	5	03				3	5	6		
19	13.3787	19.846	29.71	0	0	18	12.096	17.083	179.2	0	0	18	10.704	16.625	194.5	0	0
			4				4	9	46				5	7	31		
20	13.6111	19.888	31.37	0	0	19	12.618	17.056	189.3	0	0	19	11.219	16.580	203.0	0	0
			78				4	2	17				7	7	55		
21	13.8435	19.935	32.89	0	0	20	13.140	17.043	198.8	0	0	20	11.734	16.551	211.2	0	0
			6				5	5	91				8	3	98		
22	14.0759	19.988	34.25	0	0	21	13.662	17.045	207.7	0	0	21	12.25	16.537	219.0	0	0
			16				5	6	6					4	47		
23	14.3083	20.047	35.42	0	0	22	14.184	17.062	215.7	0	0	22	12.765	16.538	226.1	0	0
			89				6	7	32				1	9	05		
24	14.5407	20.111	36.41	0	0	23	14.706	17.094	222.6	0	0	23	13.280	16.556	232.2	0	0
			4				6	6	29				3	91			
25	14.7731	20.182	37.19	0	0	24	15.228	17.141	228.2	0	0	24	13.795	16.588	237.4	0	0
			43				7	6	84				5	6	39		
26	15.0055	20.258	37.75	0	0	25	15.750	17.203	232.5	0	0	25	14.310	16.636	241.3	0	0
			88				7	8	45				6	8	94		
27	15.2379	20.341	38.09	0	0	26	16.272	17.281	235.2	0	0	26	14.825	16.700	244.0	0	0
			84				8	2	69				8	8	15		
28	15.4703	20.430	38.20	0	0	27	16.794	17.374	236.3	0	0	27	15.340	16.780	245.1	0	0
			55				8	26					9	7	7		
29	15.701	20.525	38.05	0	0	28	17.316	17.482	235.5	0	0	28	15.856	16.876	244.7	0	0
			25				8	7	95				1	8	4		
30	15.9318	20.627	37.61	0	0	29	17.838	17.607	232.9	0	0	29	16.371	16.989	242.6	0	0
			08				9	3	67				3	4	15		
31	16.1625	20.736	36.87	0	0	30	18.360	17.748	228.3	0	0	30	16.886	17.118	238.6	0	0
			19				9	3	42				4	7	97		
32	16.3933	20.851	35.82	0	0	31	18.883	17.906	221.6	0	0	31	17.401	17.265	232.8	0	0
			95						31				6	2	97		
33	16.6241	20.975	34.47	0	0	32	19.405	18.080	212.8	0	0	32	17.916	17.429	225.1	0	0
			87					9	85				7	4	36		
34	16.8548	21.105	32.81	0	0	33	19.927	18.273	202.2	0	0	33	18.431	17.611	215.3	0	0
			65				1	6	38				9	7	46		
35	17.0856	21.244	30.84	0	0	34	20.449	18.484	189.7	0	0	34	18.947	17.812	203.4	0	0
			23				1	6	96				1	8	83		
36	17.3163	21.392	28.55	0	0	35	20.971	18.714	175.6	0	0	35	19.462	18.033	189.7	0	0
			74				2	7	81				2	5	81		
37	17.5471	21.548	25.96	0	0	36	21.493	18.964	160.0	0	0	36	19.977	18.274	174.4	0	0
			62				2	6	31				4	6	43		
38	17.7778	21.714	23.07	0	0	37	22.015	19.235	143.0	0	0	37	20.492	18.537	157.6	0	0
			57				3	3	11				5	16			
39	18.0086	21.8	19.89	0	0	38	22.537	19.527	124.8	0	0	38	21.007	18.821	139.4	0	0
			68				3	8	06				7	8	71		
40	18.2394	22.076	16.44	0	0	39	23.059	19.843	105.6	0	0	39	21.522	19.130	120.2	0	0
			43				4	4	37				9	5	05		
41	18.4701	22.274	12.73	0	0	40	23.581	20.183	85.75	0	0	40	22.038	19.464	100.0	0	0
			81				4	5	49					6	52		
42	18.7009	22.484	8.803	0	0	41	24.103	20.549	65.45	0	0	41	22.553	19.825	79.28	0	0
			83				5	8	96				2	8	86		
43	18.9316	22.707	4.714	0	0	42	24.625	20.944	45.10	0	0	42	23.068	20.216	58.24	0	0
			84				5	3	22				3	3	34		
44	19.1624	22.94	0.718	0	0	43	25.147	21.369	25.10	0	0	43	23.583	20.638	37.31	0	0
			815				6	3	21				5	9	26		
45	19.3931	23.200	-	0	0	44	25.669	21.827	5.964	0	0	44	24.098	21.096	16.97	0	0
			3.064				6	9	18				7	8	94		
			85						-	0	0	45	24.626	21.606	-	0	0
			-				9	9	11.47				3	4	3.181		
46	19.6239	23.473	-	0	0				85						77		
			6.519						-	0	0	46	25.153	22.162	-	0	0
			59						83				9	6	22.62		
															19		

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 623 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

47	19.8547	23.766	-	0	0	47	27.170	23.368	-	0	0	47	25.681	22.772	-	0	0
			9.502												40.64		
			52												74		
48	20.0854	24.083	-	0	0	48	27.670	23.971	-	0	0	48	26.209	23.445	-	0	0
			11.83												56.35		
			53												91		
49	20.3162	24.427	-	0	0	49	28.171	24.632	-	0	0	49	26.736	24.196	-	0	0
			13.28												68.55		
			99												33		
50	20.5469	24.805	-	0	0	50	28.671	25.361	-	0	0	50	27.264	25.043	-	0	0
			13.56												75.54		
			7												54		
51	20.7777	25.22	0	0	0	51	29.171	26.175	0	0	0	51	27.791	26.019	0	0	0
			41												1		

### Entity Information

Group: Statica

### Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	20
	0	12
	0	7
	48.8	7
	48.8	18.4
	48.8	28.4
	18.8	25
Material Boundary	10.5	20
	X	Y
	0	12
	48.8	18.4

### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-	
Water Table	X	Y	Assigned to materials:	Assigned to materials:	
	0	19.75			Assigned to materials:
	10.5	19.75			
	30.102	22.435			
	40.415	23.771			
	48.8	24			
		Ala	Ala	Ala	
		Salt	Salt	Salt	

## 16.2 TRINCEA SEZ. KM 2+500 – ANALISI STABILITÀ SLU

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 624 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## Slide Analysis Information

### H5\_Ecla

#### Project Summary

File Name: H5\_Ecla.slmd  
 Slide Modeler Version: 8.024

#### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.245380	00h:00m:00.89s
Statica	sismica kv+	Bishop Simplified: 1.131750	00h:00m:00.366s
	sismica Kv-	Bishop Simplified: 1.138450	00h:00m:00.124s

#### General Settings

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 Permeability Units: meters/second  
 Data Output: Standard  
 Failure Direction: Right to Left

#### Analysis Options

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check $m\alpha < 0.2$ :	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

#### Groundwater Analysis

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 625 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

### All Open Scenarios

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	5000	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined	Minimum Depth [m]:		Minimum Depth [m]:	
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic Loading

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
		Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08
		Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

### Materials

Property	Ecla
Color	

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 626 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	4
Friction Angle [°]	21.3
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-
Ecla			

### Global Minimums

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
FS	1.245380	FS	1.131750	FS	1.138450
Center:	11.684, 29.987	Center:	12.813, 29.538	Center:	11.637, 31.180
Radius:	10.283	Radius:	10.503	Radius:	12.466
Left Slip Surface Endpoint:	9.233, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	8.416, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	6.122, 20.000
Right Slip Surface Endpoint:	20.799, 25.227	Right Slip Surface Endpoint:	22.473, 25.416	Right Slip Surface Endpoint:	22.705, 25.443
Resisting Moment:	1997.23 kN-m	Resisting Moment:	3365.09 kN-m	Resisting Moment:	4080.39 kN-m
Driving Moment:	1603.71 kN-m	Driving Moment:	2973.36 kN-m	Driving Moment:	3584.15 kN-m
Total Slice Area:	19.7153 m2	Total Slice Area:	34.8758 m2	Total Slice Area:	38.8047 m2
Surface Horizontal Width:	11.5654 m	Surface Horizontal Width:	14.0572 m	Surface Horizontal Width:	16.5828 m
Surface Average Height:	1.70468 m	Surface Average Height:	2.48099 m	Surface Average Height:	2.34006 m

### Valid/Invalid Surfaces

Statica - Master Scenario	Statica - sismica kv+	Statica - sismica Kv-
Method: bishop simplified	Method: bishop simplified	Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 496	Number of Valid Surfaces: 4625	Number of Valid Surfaces: 463
Number of Invalid Surfaces: 4	Number of Invalid Surfaces: 375	Number of Invalid Surfaces: 37

### Interslice Data

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 627 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Statica - Master Scenario						Statica - sismica kv+						Statica - sismica Kv-					
• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.24538						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.13175						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.13845					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	9.23345	20	0	0	0	1	8.41571	20	0	0	0	1	6.12174	20	0	0	0
2	9.46475	19.9461	0.914068	0	0	2	8.67722	19.8837	1.56352	0	0	2	6.50765	19.8178	2.5475	0	0
3	9.69606	19.8977	1.93467	0	0	3	8.93873	19.7759	3.53211	0	0	3	6.89356	19.6513	5.97438	0	0
4	9.92737	19.8549	3.03702	0	0	4	9.20024	19.6761	5.82509	0	0	4	7.27948	19.5	10.0665	0	0
5	10.1587	19.8175	4.19909	0	0	5	9.46174	19.5842	8.37202	0	0	5	7.60225	19.3846	13.7882	0	0
6	10.39	19.7855	5.40133	0	0	6	9.72325	19.5	11.1112	0	0	6	7.92503	19.2791	17.6112	0	0
7	10.6213	19.7588	6.66391	0	0	7	10.0041	19.4178	14.1584	0	0	7	8.24781	19.1832	21.4775	0	0
8	10.8526	19.7374	8.15878	0	0	8	10.2849	19.3441	17.2209	0	0	8	8.57058	19.0966	25.3367	0	0
9	11.0839	19.7213	9.8715	0	0	9	10.5658	19.2785	20.2754	0	0	9	8.89336	19.0193	29.1454	0	0
10	11.3152	19.7104	11.7596	0	0	10	10.8466	19.2216	23.6156	0	0	10	9.21614	18.9514	32.8658	0	0
11	11.5465	19.7047	13.7833	0	0	11	11.1275	19.1714	27.2976	0	0	11	9.53891	18.8915	36.4661	0	0
12	11.7778	19.7042	15.9052	0	0	12	11.4083	19.1297	31.2338	0	0	12	9.86169	18.8407	39.9191	0	0
13	12.0091	19.7089	18.0899	0	0	13	11.6892	19.0956	35.3437	0	0	13	10.1845	18.7986	43.2025	0	0
14	12.2405	19.7188	20.3043	0	0	14	11.97	19.0692	39.5531	0	0	14	10.5072	18.7649	46.2984	0	0
15	12.4718	19.7347	22.5171	0	0	15	12.2509	19.0504	43.7934	0	0	15	10.83	18.7398	49.401	0	0
16	12.7031	19.7544	24.6988	0	0	16	12.5317	19.0391	48.0015	0	0	16	11.1528	18.7231	52.6376	0	0
17	12.9344	19.7801	26.8217	0	0	17	12.8126	19.0354	52.1187	0	0	17	11.4756	18.7147	55.9341	0	0
18	13.1657	19.8111	28.8594	0	0	18	13.0934	19.0391	56.0909	0	0	18	11.7983	18.7147	59.2217	0	0
19	13.397	19.8474	30.7874	0	0	19	13.3743	19.0504	59.8679	0	0	19	12.1211	18.7231	62.4368	0	0
20	13.6283	19.8892	32.5825	0	0	20	13.6551	19.0696	63.4034	0	0	20	12.4439	18.7398	65.5206	0	0
21	13.8596	19.9365	34.2227	0	0	21	13.936	19.0956	66.6545	0	0	21	12.7667	18.7649	68.4189	0	0
22	14.0909	19.9894	35.6877	0	0	22	14.2168	19.1297	69.5816	0	0	22	13.0895	18.7986	71.0816	0	0
23	14.3222	20.0488	36.9584	0	0	23	14.4977	19.1714	72.1484	0	0	23	13.4122	18.8407	73.4626	0	0
24	14.5535	20.1123	38.0169	0	0	24	14.7785	19.2216	74.3216	0	0	24	13.735	18.8915	75.5199	0	0
25	14.7848	20.1824	38.8467	0	0	25	15.0594	19.2785	76.0711	0	0	25	14.0578	18.9514	77.2151	0	0
26	15.0162	20.2586	39.4325	0	0	26	15.3402	19.3441	77.3696	0	0	26	14.3806	19.0193	78.5137	0	0
27	15.2475	20.3409	39.7606	0	0	27	15.621	19.4178	78.1927	0	0	27	14.7033	19.0966	79.3848	0	0
28	15.4788	20.4296	39.8181	0	0	28	15.9019	19.5	78.5194	0	0	28	15.0261	19.1832	79.8012	0	0
29	15.7101	20.5247	39.594	0	0	29	16.1876	19.5924	78.2793	0	0	29	15.3489	19.2791	79.7396	0	0
30	15.9414	20.6265	39.0785	0	0	30	16.4733	19.6946	77.3966	0	0	30	15.6717	19.3846	79.1806	0	0
31	16.1727	20.7352	38.2633	0	0	31	16.759	19.805	75.8483	0	0	31	15.9944	19.5	78.109	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 628 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

32	16.404	20.851	37.14	0	0	32	17.044	19.925	73.61	0	0	32	16.329	19.630	76.36	0	0
			17				7	8	36				9	7	54		
33	16.635	20.974	35.70	0	0	33	17.330	20.056	70.67	0	0	33	16.665	19.772	73.89	0	0
	3	3	89				4	7	49				5	8			
34	16.866	21.105	33.96	0	0	34	17.616	20.198	67.01	0	0	34	17.001	19.926	70.66	0	0
	6	3	18				1	2	77				7	33			
35	17.097	21.244	31.89	0	0	35	17.901	20.350	62.63	0	0	35	17.336	20.092	66.67	0	0
	9	4	94				8	7	04				5	8	01		
36	17.329	21.391	29.52	0	0	36	18.187	20.514	57.50	0	0	36	17.672	20.271	61.89	0	0
	2	9	32				5	9	54				8	3	96		
37	17.560	21.548	26.83	0	0	37	18.473	20.691	51.63	0	0	37	18.007	20.464	56.34	0	0
	5	4	73				2	3	89				5	3	65		
38	17.791	21.714	23.84	0	0	38	18.758	20.880	45.03	0	0	38	18.343	20.671	50.01	0	0
	9	3	86				9	7	18					09			
39	18.023	21.890	20.56	0	0	39	19.044	21.084	37.79	0	0	39	18.678	20.892	42.89	0	0
	2	2	79				6	1	79				5	8	95		
40	18.254	22.076	17.00	0	0	40	19.330	21.302	30.17	0	0	40	19.014	21.130	35.10	0	0
	5	7	98				3	3	24				6	39			
41	18.485	22.274	13.19	0	0	41	19.616	21.536	22.24	0	0	41	19.349	21.385	26.96	0	0
	8	7	4				7	7	07				5	8	72		
42	18.717	22.485	9.146	0	0	42	19.901	21.788	14.10	0	0	42	19.685	21.659	18.62	0	0
	1		05				7	6	02				5	58			
43	18.948	22.708	4.950	0	0	43	20.187	22.06	5.866	0	0	43	20.020	21.953	10.21	0	0
	4	8	14				3		94				5	6	13		
44	19.179	22.947	0.853	0	0	44	20.473	22.352	-	0	0	44	20.356	22.27	1.879	0	0
	7	3	506				9	2.319						96			
45	19.411	23.202	-	0	0	45	20.758	22.670	-	0	0	45	20.691	22.611	-	0	0
			3.031				7	2	10.28				5	2	6.180		
			18						64					45			
46	19.642	23.474	-	0	0	46	21.044	23.015	-	0	0	46	21.027	22.980	-	0	0
	3	8	6.587				4	3	17.82				2	13.74			
			3						06					07			
47	19.873	23.768	-	0	0	47	21.330	23.393	-	0	0	47	21.362	23.381	-	0	0
	6	2	9.671				1	1	24.64				5	1	20.51		
			97						83					64			
48	20.104	24.085	-	0	0	48	21.615	23.809	-	0	0	48	21.698	23.819	-	0	0
	9	2	12.10				8	8	30.40					26.14			
			69						94					68			
49	20.336	24.429	-	0	0	49	21.901	24.274	-	0	0	49	22.033	24.300	-	0	0
	2	9	13.66				5	8	34.61				6	9	30.16		
			45						22					17			
50	20.567	24.807	-	0	0	50	22.187	24.802	-	0	0	50	22.369	24.837	-	0	0
	6	7	14.04				2	4	36.54				1	1	31.92		
			59						85					59			
51	20.798	25.226	0	0	0	51	22.472	25.416	0	0	0	51	22.704	25.442	0	0	0
	9	5					9	3					6	5			

#### Entity Information

Group: Statica

#### Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	20
	0	5
	0	0
	48.8	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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 629 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

48.8	13
48.8	28.4
18.8	25
10.5	20

### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-	
Water Table	X				
	Y				
	0	19.5	Assigned to materials:	Assigned to materials:	Assigned to materials:
	10.5	19.5			
	24.699	19.5	 Ecla	 Ecla	 Ecla
	39.329	19.5			
	48.8	19.5			

## 16.3 TRINCEA SEZ. KM 2+100 – ANALISI STABILITÀ SLU

### Slide Analysis Information

#### H8\_Aate

#### Project Summary

File Name: H8\_Aate.slmd  
 Slide Modeler Version: 8.024

#### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.308370	00h:00m:00.93s
Statica	sismica kv+	Bishop Simplified: 1.115700	00h:00m:00.81s
	sismica Kv-	Bishop Simplified: 1.108090	00h:00m:00.62s

#### General Settings

Units of Measurement: Metric Units

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 630 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Time Units: days  
 Permeability Units: meters/second  
 Data Output: Standard  
 Failure Direction: Right to Left

### Analysis Options

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

### Groundwater Analysis

All Open Scenarios	
Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

All Open Scenarios	
Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

Statica - sismica kv+		All other Scenarios	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 631 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	Not Defined	Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic Loading

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
		Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08
		Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

### Materials

Property	Aate
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	6.4
Friction Angle [°]	22.2
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-
Aate			

### Global Minimums

Statica - Master Scenario		Statica - sismica kv+		Statica - sismica Kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
FS	1.308370	FS	1.115700	FS	1.108090

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 632 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Center:	11.482, 39.957	Center:	12.677, 35.055	Center:	11.601, 39.734
Radius:	20.090	Radius:	15.535	Radius:	19.865
Left Slip Surface Endpoint:	9.173, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	8.845, 20.000	Left Slip Surface Endpoint:	9.317, 20.000
Right Slip Surface Endpoint:	27.934, 28.426	Right Slip Surface Endpoint:	26.671, 28.307	Right Slip Surface Endpoint:	27.934, 28.426
Resisting Moment:	10130.3 kN-m	Resisting Moment:	8232.59 kN-m	Resisting Moment:	9531.11 kN-m
Driving Moment:	7742.69 kN-m	Driving Moment:	7378.85 kN-m	Driving Moment:	8601.35 kN-m
Total Slice Area:	49.9777 m2	Total Slice Area:	52.1448 m2	Total Slice Area:	50.3102 m2
Surface Horizontal Width:	18.7603 m	Surface Horizontal Width:	17.8254 m	Surface Horizontal Width:	18.617 m
Surface Average Height:	2.66401 m	Surface Average Height:	2.92531 m	Surface Average Height:	2.70238 m

### Valid/Invalid Surfaces

Statica - Master Scenario	Statica - sismica kv+	Statica - sismica Kv-
<b>Method: bishop simplified</b>	<b>Method: bishop simplified</b>	<b>Method: bishop simplified</b>
Number of Valid Surfaces: 472	Number of Valid Surfaces: 404	Number of Valid Surfaces: 406
Number of Invalid Surfaces: 28	Number of Invalid Surfaces: 96	Number of Invalid Surfaces: 94

### Interslice Data

Statica - Master Scenario						Statica - sismica kv+						Statica - sismica Kv-					
• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.30837						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1157						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10809					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	9.17349	20	0	0	0	1	8.84515	20	0	0	0	1	9.31682	20	0	0	0
2	9.54869	19.9602	1.97857	0	0	2	9.20166	19.9137	2.55375	0	0	2	9.68916	19.9605	2.31793	0	0
3	9.92394	19.9274	4.04152	0	0	3	9.55817	19.8363	5.36946	0	0	3	10.0615	19.9285	4.71091	0	0
4	10.2991	19.9018	6.35846	0	0	4	9.91468	19.7675	8.38211	0	0	4	10.4338	19.9026	7.50562	0	0
5	10.6743	19.8831	9.27295	0	0	5	10.2712	19.7074	11.7504	0	0	5	10.8062	19.8842	10.8162	0	0
6	11.0495	19.8715	12.7078	0	0	6	10.6277	19.6557	15.8703	0	0	6	11.1785	19.8728	14.5565	0	0
7	11.4247	19.8677	16.5777	0	0	7	10.9842	19.6125	20.6397	0	0	7	11.5509	19.8684	18.6449	0	0
8	11.7999	19.8694	20.8014	0	0	8	11.3407	19.5775	25.9263	0	0	8	11.9232	19.8709	23.0043	0	0
9	12.1751	19.8788	25.3018	0	0	9	11.6972	19.5509	31.6176	0	0	9	12.2955	19.8804	27.5617	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 633 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

10	12.550 3	19.895 3	30.00 57	0	0	10	12.053 7	19.532 4	37.60 62	0	0	10	12.667 9	19.897 8	32.24 8	0	0
11	12.925 6	19.918 8	34.84 34	0	0	11	12.410 2	19.522 2	43.79 17	0	0	11	13.040 2	19.920 5	36.99 78	0	0
12	13.300 8	19.949 3	39.74 85	0	0	12	12.766 7	19.520 2	50.08 02	0	0	12	13.412 6	19.951 1	41.74 92	0	0
13	13.676	19.987	44.65 81	0	0	13	13.123 2	19.526 3	56.38 37	0	0	13	13.784 9	19.988 7	46.44 36	0	0
14	14.051 2	20.031 8	49.51 23	0	0	14	13.479 8	19.540 6	62.61 97	0	0	14	14.157 2	20.033 5	51.02 56	0	0
15	14.426 4	20.083 7	54.25 42	0	0	15	13.836 3	19.563 2	68.71 11	0	0	15	14.529 6	20.085 4	55.44 27	0	0
16	14.801 6	20.143 97	58.82 97	0	0	16	14.192 8	19.594 53	74.58 53	0	0	16	14.901 9	20.144 5	59.64 55	0	0
17	15.176 8	20.209 5	63.18 75	0	0	17	14.549 3	19.633 1	80.17 43	0	0	17	15.274 3	20.210 9	63.58 72	0	0
18	15.552 4	20.283 9	67.27 9	0	0	18	14.905 8	19.680 6	85.41 43	0	0	18	15.646 6	20.284 7	67.22 38	0	0
19	15.927 2	20.364 7	71.05 83	0	0	19	15.262 3	19.736 5	90.24 57	0	0	19	16.018 9	20.365 9	70.51 41	0	0
20	16.302 4	20.453 7	74.48 18	0	0	20	15.618 8	19.800 9	94.61 25	0	0	20	16.391 3	20.454 6	73.41 92	0	0
21	16.677 6	20.550 2	77.50 88	0	0	21	15.975 3	19.874 26	98.46 26	0	0	21	16.763 6	20.550 9	75.90 3	0	0
22	17.052 8	20.654 6	80.10 07	0	0	22	16.331 8	19.955 9	101.7 47	0	0	22	17.136 1	20.655 1	77.93 17	0	0
23	17.428	20.766	82.22 17	0	0	23	16.688 3	20.046 6	104.4 21	0	0	23	17.508 3	20.767 3	79.47 42	0	0
24	17.803 2	20.887 1	83.83 84	0	0	24	17.044 8	20.146 5	106.4 43	0	0	24	17.880 6	20.887 1	80.50 18	0	0
25	18.178 4	21.015 6	84.91 97	0	0	25	17.401 3	20.255 6	107.7 74	0	0	25	18.253 2	21.015 2	80.98 83	0	0
26	18.553 6	21.152 5	85.45 5	0	0	26	17.757 9	20.374 1	108.3 79	0	0	26	18.625 3	21.151 8	80.95 79	0	0
27	18.928 9	21.297 9	85.51 17	0	0	27	18.114 4	20.502 4	108.2 27	0	0	27	18.997 7	21.296 8	80.50 76	0	0
28	19.304 1	21.452 6	85.13 6	0	0	28	18.470 9	20.640 6	107.3 06	0	0	28	19.37 6	21.450 6	79.67 79	0	0
29	19.679 3	21.615 1	84.26 56	0	0	29	18.827 4	20.789 1	105.7 36	0	0	29	19.742 3	21.613 4	78.34 24	0	0
30	20.054 5	21.787 5	82.78 57	0	0	30	19.183 9	20.948 1	103.5 94	0	0	30	20.114 7	21.785 3	76.40 12	0	0
31	20.429 7	21.969 3	80.66 85	0	0	31	19.540 4	21.118 1	100.8 67	0	0	31	20.487 7	21.966 7	73.83 22	0	0
32	20.804 9	22.160 8	77.88 95	0	0	32	19.896 9	21.299 4	97.33 97	0	0	32	20.859 4	22.157 9	70.61 64	0	0
33	21.180 1	22.362 5	74.42 73	0	0	33	20.253 4	21.492 4	92.97 2	0	0	33	21.231 7	22.359 1	66.73 78	0	0
34	21.555 3	22.574 6	70.26 39	0	0	34	20.609 9	21.697 8	87.74 51	0	0	34	21.604 8	22.570 8	62.18 42	0	0
35	21.930 5	22.797 5	65.38 5	0	0	35	20.966 4	21.916 1	81.64 54	0	0	35	21.976 4	22.793 3	56.94 69	0	0
36	22.305 7	23.031 6	59.78 06	0	0	36	21.322 9	22.147 9	74.66 48	0	0	36	22.348 7	23.027 14	51.02 14	0	0
37	22.680 9	23.277 5	53.44 48	0	0	37	21.679 4	22.394 18	66.80 18	0	0	37	22.721 1	23.272 5	44.40 78	0	0
38	23.056 1	23.535 6	46.37 7	0	0	38	22.035 9	22.655 1	58.06 2	0	0	38	23.093 4	23.530 3	37.11 08	0	0
39	23.431 3	23.806 6	38.58 37	0	0	39	22.392 5	22.932 4	48.45 96	0	0	39	23.465 7	23.800 9	29.15 04	0	0
40	23.806 5	24.091 1	30.43 17	0	0	40	22.749 5	23.227 4	38.01 88	0	0	40	23.838 1	24.085 1	20.95 19	0	0
41	24.181 7	24.389 8	22.27 06	0	0	41	23.105 5	23.54 55	26.77 55	0	0	41	24.210 4	24.383 5	12.82 39	0	0
42	24.556 9	24.703 5	14.22 32	0	0	42	23.462 2	23.873 2	14.79 22	0	0	42	24.582 7	24.697 1	4.887 13	0	0
43	24.932 2	25.033 3	6.428 13	0	0	43	23.818 5	24.228 4	2.694 65	0	0	43	24.955 1	25.026 8	- 2.722	0	0
44	25.307 4	25.380 2	- 0.957 843	0	0	44	24.175 8	24.607 9.023	- 91	0	0	44	25.327 4	25.373 7	- 9.853	0	0
45	25.682 6	25.745 5	- 7.756 07	0	0	45	24.531 5	25.014 1	- 20.10 16	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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 634 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

46	26.057 8	26.130 6	- 13.76 19	0	0	46	24.888	25.450 9	- 30.22 15	0	0	45	25.699 8	25.739 1	- 16.33 03	0	0
47	26.433	26.537 2	- 18.73 91	0	0	47	25.244 5	25.922 3	- 38.99 26	0	0	46	26.072 1	26.124 5	- 21.95 62	0	0
48	26.808	26.967 2	- 22.41 26	0	0	48	25.601	26.434 2	- 45.92 31	0	0	47	26.444 4	26.531 6	- 26.50 3	0	0
49	27.183 4	27.423 5	- 24.45 95	0	0	49	25.957 5	26.994 2	- 50.37 72	0	0	48	26.816 8	26.962 5	- 29.70 64	0	0
50	27.558 6	27.908 5	- 24.49 54	0	0	50	26.314	27.613 2	- 51.50 38	0	0	49	27.189 1	27.419 8	- 31.25 65	0	0
51	27.933 8	28.426 1	0	0	0	51	26.670 6	28.307 4	0	0	0	50	27.561 5	27.906 4	- 30.78 59	0	0
												51	27.933 8	28.426 1	0	0	0

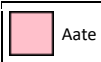
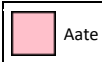
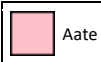
### Entity Information

Group: Statica

### Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	20
	0	0
	50	0
	50	30.5
	23.4	28
	19.3	25
	18.3	25
	10	20

### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-
Water Table	X	Assigned to materials:	Assigned to materials:	Assigned to materials:
	Y			
	0	 Aate	 Aate	 Aate
	50			

## 16.4 RILEVATO HMAX=8M CON BERMA – ANALISI STABILITÀ SLU



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 635 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## Slide Analysis Information

### Ril\_H8

#### Project Summary

File Name: Ril\_H8.slmd  
Slide Modeler Version: 8.024  
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Date Created: 07/09/2020, 19:07:44

#### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
statica	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.180360	00h:00m:00.88s
	sisma kv+	Bishop Simplified: 1.112120	00h:00m:00.82s
	sisma kv-	Bishop Simplified: 1.104490	00h:00m:00.66s

#### General Settings

Units of Measurement: Metric Units  
Time Units: days  
Permeability Units: meters/second  
Data Output: Standard  
Failure Direction: Right to Left

#### Analysis Options

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 636 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Steffensen Iteration: Yes

### Groundwater Analysis

All Open Scenarios	
Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

All Open Scenarios	
Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined	Minimum Depth [m]:	Not Defined	Minimum Depth [m]:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic Loading

statica - Master Scenario	statica - sisma kv+	statica - sisma kv-



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 637 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):		0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):		0.08
Seismic Load Coefficient (Vertical):		0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):		-0.04

### Loading

statica - sisma kv+		All other Scenarios	
• 1 Distributed Load present		• 1 Distributed Load present	
Distributed Load 1		Distributed Load 1	
Distribution:	Constant	Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4	Magnitude [kPa]:	26
Orientation:	Normal to boundary	Orientation:	Normal to boundary

### Materials

Property	R	Ecla
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	29.3	21.3
Water Surface	Assigned per scenario	Assigned per scenario
Hu Value		1
Ru Value	0	

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sisma kv+	sisma kv-
R			
Ecla			

### Global Minimums

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 638 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
FS	1.180360	FS	1.112120	FS	1.104490
Center:	11.055, 25.253	Center:	12.709, 22.750	Center:	12.460, 25.670
Radius:	15.518	Radius:	16.312	Radius:	19.490
Left Slip Surface Endpoint:	8.204, 10.000	Left Slip Surface Endpoint:	2.534, 10.000	Left Slip Surface Endpoint:	0.870, 10.000
Right Slip Surface Endpoint:	24.774, 18.000	Right Slip Surface Endpoint:	28.314, 18.000	Right Slip Surface Endpoint:	30.377, 18.000
Resisting Moment:	6234.84 kN-m	Resisting Moment:	16926.3 kN-m	Resisting Moment:	21519.9 kN-m
Driving Moment:	5282.16 kN-m	Driving Moment:	15219.8 kN-m	Driving Moment:	19483.9 kN-m
Total Slice Area:	36.74 m2	Total Slice Area:	125.936 m2	Total Slice Area:	149.551 m2
Surface Horizontal Width:	16.57 m	Surface Horizontal Width:	25.7799 m	Surface Horizontal Width:	29.5073 m
Surface Average Height:	2.21726 m	Surface Average Height:	4.88506 m	Surface Average Height:	5.06826 m

#### Valid/Invalid Surfaces

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
Number of Valid Surfaces:	432	Number of Valid Surfaces:	208	Number of Valid Surfaces:	142
Number of Invalid Surfaces:	68	Number of Invalid Surfaces:	292	Number of Invalid Surfaces:	358

#### Interslice Data

statica - Master Scenario						statica - sisma kv+						statica - sisma kv-					
• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.18036						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11212						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10449					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	8.20361	10	0	0	0	1	2.53408	10	0	0	0	1	0.869901	10	0	0	0
2	8.53912	9.94108	1.34382	0	0	2	3.19435	9.5	9.75424	0	0	2	1.57836	9.5	9.40379	0	0
3	8.87463	9.88977	2.8427	0	0	3	3.70864	9.14543	21.6517	0	0	3	2.16654	9.11937	21.5893	0	0
4	9.21014	9.84584	4.45626	0	0	4	4.22293	8.81885	35.6544	0	0	4	2.75471	8.76776	36.0167	0	0
5	9.54565	9.80932	6.14866	0	0	5	4.73722	8.51832	51.1608	0	0	5	3.34289	8.44338	52.078	0	0
6	9.88116	9.78019	7.88835	0	0	6	5.25151	8.24223	67.6792	0	0	6	3.93107	8.14474	69.2373	0	0
7	10.2167	9.75838	9.7741	0	0	7	5.76587	7.98923	84.8031	0	0	7	4.51924	7.87052	87.0894	0	0
8	10.5522	9.74386	12.1807	0	0	8	6.28008	7.75807	102.194	0	0	8	5.10742	7.61961	105.265	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 639 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

9	10.887 7	9.7366 24	15.05 0	0	0	9	6.7943 7	7.5478 4	119.5 69	0	0	9	5.6955 9	7.3910 7	123.4 57	0	0
10	11.223 2	9.7366 06	18.30 0	0	0	10	7.3086 6	7.3576 5	136.6 88	0	0	10	6.2837 7	7.1840 5	141.4 06	0	0
11	11.558 7	9.7438 13	21.84 0	0	0	11	7.8229 5	7.1867 6	153.3 52	0	0	11	6.8719 5	6.9978 4	158.8 91	0	0
12	11.894 2	9.7583 8	25.59 5	0	0	12	8.3372 4	7.0345 5	169.3 89	0	0	12	7.4601 2	6.8318 3	175.7 24	0	0
13	12.229 7	9.7801 9	29.48 64	0	0	13	8.8515 3	6.9004 9	184.6 59	0	0	13	8.0483 3	6.6854 8	191.7 47	0	0
14	12.565 2	9.8093 2	33.44 4	0	0	14	9.3658 2	6.7841 41	199.0 41	0	0	14	8.6364 7	6.5583 5	206.8 27	0	0
15	12.900 7	9.8458 97	37.39 0	0	0	15	9.8801 1	6.6850 1	212.4 37	0	0	15	9.2246 5	6.4500 5	220.8 53	0	0
16	13.236 3	9.8897 89	41.28 0	0	0	16	10.394 4	6.6029 67	225.2 67	0	0	16	9.8128 2	6.3602 6	233.7 36	0	0
17	13.571 8	9.9410 8	45.05 04	0	0	17	10.908 7	6.5375 1	238.4 34	0	0	17	10.401 2	6.2887 2	245.8 29	0	0
18	13.907 3	10 57	48.62 0	0	0	18	11.423 4	6.4886 49	251.6 49	0	0	18	10.989 2	6.2352 5	258.1 9	0	0
19	14.236 6	10.065 3	53.09 43	0	0	19	11.937 3	6.4561 5	264.6 08	0	0	19	11.577 4	6.1996 8	270.5 56	0	0
20	14.565 8	10.138 89	57.37 0	0	0	20	12.451 6	6.4399 2	277.0 28	0	0	20	12.165 5	6.1819 2	282.5 96	0	0
21	14.895 1	10.218 2	61.22 98	0	0	21	12.965 8	6.4399 2	288.6 49	0	0	21	12.753 7	6.1819 2	294.0 06	0	0
22	15.224 4	10.306 2	64.55 59	0	0	22	13.480 1	6.4561 5	299.2 32	0	0	22	13.341 9	6.1996 8	304.5 02	0	0
23	15.553 7	10.402 8	67.37 0	0	0	23	13.994 4	6.4886 51	308.5 51	0	0	23	13.930 1	6.2352 5	313.8 22	0	0
24	15.883 3	10.505 6	69.84 39	0	0	24	14.508 7	6.5375 1	316.4 0	0	0	24	14.518 2	6.2887 2	321.7 24	0	0
25	16.212 3	10.617 6	71.99 31	0	0	25	15.023 3	6.6029 25	322.3 25	0	0	25	15.106 4	6.3602 6	327.6 56	0	0
26	16.541 5	10.737 8	73.78 6	0	0	26	15.537 3	6.6850 1	326.0 9	0	0	26	15.694 6	6.4500 5	331.3 62	0	0
27	16.870 8	10.866 6	75.18 6	0	0	27	16.051 6	6.7841 16	327.9 16	0	0	27	16.282 8	6.5583 5	333.1 5	0	0
28	17.200 1	11.004 1	76.15 91	0	0	28	16.565 9	6.9004 9	327.8 09	0	0	28	16.870 9	6.6854 8	332.9 45	0	0
29	17.529 4	11.150 7	76.67 41	0	0	29	17.080 2	7.0345 5	325.6 26	0	0	29	17.459 1	6.8318 3	330.5 81	0	0
30	17.858 7	11.306 5	76.70 27	0	0	30	17.594 4	7.1867 6	321.2 36	0	0	30	18.047 3	6.9978 4	325.9 05	0	0
31	18.188 7	11.472 97	76.21 0	0	0	31	18.108 7	7.3576 5	314.5 18	0	0	31	18.635 5	7.1840 5	318.7 8	0	0
32	18.517 2	11.647 5	75.20 28	0	0	32	18.623 4	7.5478 64	305.3 64	0	0	32	19.223 6	7.3910 7	309.0 83	0	0
33	18.846 5	11.833 3	73.63 34	0	0	33	19.137 3	7.7580 7	293.6 81	0	0	33	19.811 8	7.6196 1	296.7 06	0	0
34	19.175 8	12.03 6	71.49 0	0	0	34	19.651 6	7.9892 87	279.3 87	0	0	34	20.4 2	7.8705 2	281.5 59	0	0
35	19.505 1	12.237 9	68.77 92	0	0	35	20.165 9	8.2422 3	262.4 16	0	0	35	20.988 2	8.1447 4	263.5 68	0	0
36	19.834 4	12.457 7	65.47 58	0	0	36	20.680 2	8.5183 2	242.7 2	0	0	36	21.576 3	8.4433 8	242.6 79	0	0
37	20.163 7	12.69 32	61.58 0	0	0	37	21.194 5	8.8188 5	220.2 7	0	0	37	22.164 5	8.7677 6	218.8 62	0	0
38	20.492 9	12.935 4	57.10 41	0	0	38	21.708 8	9.1454 3	195.0 61	0	0	38	22.752 7	9.1193 7	192.1 12	0	0
39	20.822 2	13.194 8	52.04 7	0	0	39	22.223 1	9.5 17	167.1 17	0	0	39	23.340 9	9.5 9	162.6 95	0	0
40	21.151 5	13.469 1	46.42 75	0	0	40	22.883 3	10 34	126.6 34	0	0	40	24.049 3	10 43	124.7 43	0	0
41	21.480 8	13.759 4	40.26 89	0	0	41	23.377 1	10.410 06	102.1 06	0	0	41	24.624 6	10.442 3	101.0 38	0	0
42	21.810 1	14.066 9	33.60 43	0	0	42	23.870 7	10.854 8	75.67 48	0	0	42	25.199 8	10.920 2	75.43 08	0	0
43	22.139 3	14.393 1	26.47 78	0	0	43	24.364 4	11.338 2	47.25 7	0	0	43	25.775 1	11.437 4	48.31 22	0	0
44	22.468 6	14.739 7	18.94 75	0	0	44	24.858 1	11.865 2	17.43 36	0	0	44	26.350 4	11.998 2	20.14 26	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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 640 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

45	22.797 9	15.108 7	11.08 84	0	0	45	25.351 8	12.442 8	- 13.12 83	0	0	45	26.925 6	12.608 4	- 8.526 07	0	0
46	23.127 2	15.502 9	3.046 83	0	0	46	25.845 5	13.079 9	- 43.81 36	0	0	46	27.500 9	13.275 3	- 37.01 94	0	0
47	23.456 5	15.925 3	- 4.509 27	0	0	47	26.339 2	13.789 2	- 73.82 42	0	0	47	28.076 1	14.008 4	- 64.49 48	0	0
48	23.785 8	16.379 9	- 11.16 42	0	0	48	26.832 9	14.589 5	- 102.0 81	0	0	48	28.651 4	14.821 3	- 89.86 92	0	0
49	24.115 1	16.872 18.17 56	-	0	0	49	27.326 6	15.510 9	- 127.0 43	0	0	49	29.226 7	15.733 5	- 111.6 97	0	0
50	24.444 3	17.408 8	- 27.43 41	0	0	50	27.820 3	16.607 8	- 146.3 1	0	0	50	29.801 9	16.775 5	- 127.9 52	0	0
51	24.773 6	18	0	0	0	51	28.314	18	0	0	0	51	30.377 2	18	0	0	0

### Entity Information

### Group: statica

#### Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	10
	0	0
	49	0
	49	10
	44.5	13
	43.5	13
	36	18
	23	18
	15.5	13
	14.5	13
Material Boundary	10	10
	49	10

#### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sisma kv+	sisma kv-
	X Y			
Water Table	0 9.5 49 9.5	Assigned to materials:	Assigned to materials:	Assigned to materials:




## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 641 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Distributed Load		 Ecla	 Ecla	 Ecla					
		Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 26 kN/m <sup>2</sup> Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m <sup>2</sup> Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m <sup>2</sup> Creates Excess Pore Pressure: No					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>34.9658</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>24.0108</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	34.9658	18	24.0108	18		
X	Y								
34.9658	18								
24.0108	18								

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 642 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 16.5 RILEVATO HMAX=5M SENZA BERMA – ANALISI STABILITÀ SLU

### Slide Analysis Information

Ril\_H5

#### Project Summary

File Name: Ril\_H5.slmd  
 Slide Modeler Version: 8.024  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 07/09/2020, 19:07:44

#### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
statica	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.119300	00h:00m:00.92s
	sisma kv+	Bishop Simplified: 1.128520	00h:00m:00.92s
	sisma kv-	Bishop Simplified: 1.123310	00h:00m:00.71s

#### General Settings

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 Permeability Units: meters/second  
 Data Output: Standard  
 Failure Direction: Right to Left

#### Analysis Options

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 643 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

### Groundwater Analysis

All Open Scenarios	
Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

All Open Scenarios	
Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

statica - sisma kv+		All other Scenarios	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	Not Defined	Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic Loading

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 644 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
		Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08
		Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

### Loading

statica - sisma kv+		All other Scenarios	
• 1 Distributed Load present		• 1 Distributed Load present	
Distributed Load 1		Distributed Load 1	
Distribution:	Constant	Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4	Magnitude [kPa]:	26
Orientation:	Normal to boundary	Orientation:	Normal to boundary

### Materials

Property	R	Ecla
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	29.3	21.3
Water Surface	Assigned per scenario	Assigned per scenario
Hu Value		1
Ru Value	0	

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sisma kv+	sisma kv-
R			
Ecla			



## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 645 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Global Minimums

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
<b>FS</b>	<b>1.119300</b>	<b>FS</b>	<b>1.128520</b>	<b>FS</b>	<b>1.123310</b>
Center:	9.550, 21.506	Center:	11.833, 17.279	Center:	11.781, 17.337
Radius:	11.588	Radius:	8.214	Radius:	8.280
Left Slip Surface Endpoint:	8.175, 10.000	Left Slip Surface Endpoint:	8.027, 10.000	Left Slip Surface Endpoint:	7.945, 10.000
Right Slip Surface Endpoint:	19.139, 15.000	Right Slip Surface Endpoint:	19.724, 15.000	Right Slip Surface Endpoint:	19.724, 15.000
Resisting Moment:	1845.21 kN-m	Resisting Moment:	2322.51 kN-m	Resisting Moment:	2179.44 kN-m
Driving Moment:	1648.54 kN-m	Driving Moment:	2058.01 kN-m	Driving Moment:	1940.19 kN-m
Total Slice Area:	13.3124 m2	Total Slice Area:	27.3116 m2	Total Slice Area:	27.3288 m2
Surface Horizontal Width:	10.9635 m	Surface Horizontal Width:	11.6979 m	Surface Horizontal Width:	11.7798 m
Surface Average Height:	1.21425 m	Surface Average Height:	2.33475 m	Surface Average Height:	2.31998 m

### Valid/Invalid Surfaces

statica - Master Scenario		statica - sisma kv+		statica - sisma kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
Number of Valid Surfaces:	486	Number of Valid Surfaces:	435	Number of Valid Surfaces:	436
Number of Invalid Surfaces:	14	Number of Invalid Surfaces:	65	Number of Invalid Surfaces:	64

### Interslice Data

statica - Master Scenario						statica - sisma kv+						statica - sisma kv-					
• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1193						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.12852						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.12331					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	8.17549	10	0	0	0	1	8.02652	10	0	0	0	1	7.94461	10	0	0	0
2	8.38695	9.97671	0.8171	0	0	2	8.26018	9.88251	1.51279	0	0	2	8.17781	9.88271	1.49613	0	0
3	8.59843	9.95733	1.66422	0	0	3	8.49385	9.77413	3.41357	0	0	3	8.4112	9.77442	3.34362	0	0
4	8.80986	9.94186	2.5310	0	0	4	8.72751	9.67447	5.61557	0	0	4	8.64419	9.67475	5.46383	0	0
5	9.02132	9.93026	3.40887	0	0	5	8.96118	9.58319	8.04494	0	0	5	8.87738	9.58338	7.78976	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 646 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

6	9.2327 7	9.9225 4	4.290 16	0	0	6	9.1105 7	9.5	10.26 41	0	0
7	9.4442 3	9.9186 8	5.168 18	0	0	7	9.3428 6	9.4246 99	12.78 0	0	0
8	9.6556 8	9.9186 8	6.037 25	0	0	8	9.5750 4	9.3567 9	15.30 5	0	0
9	9.8671 4	9.9225 4	6.892 61	0	0	9	9.8072 7	9.2962	17.78 4	0	0
10	10.078 6	9.9302 6	7.743 1	0	0	10	10.039 5	9.2427 2	20.21 07	0	0
11	10.290 1	9.9418 6	8.710 03	0	0	11	10.271 7	9.1962 2	22.78 94	0	0
12	10.501 5	9.9573 3	9.804 04	0	0	12	10.504	9.1565 6	25.58 16	0	0
13	10.713 1	9.9767 1	11.00 07	0	0	13	10.736 2	9.1236 7	28.52 53	0	0
14	10.924 4	10 68	12.27 68	0	0	14	10.968 5	9.0974 4	31.56 33	0	0
15	11.146 4	10.028 7	13.32 5	0	0	15	11.200 7	9.0778 3	34.64 28	0	0
16	11.368 5	10.061 8	14.47 88	0	0	16	11.432 9	9.0647 8	37.71 5	0	0
17	11.590 5	10.099 3	15.71 09	0	0	17	11.665 2	9.0582 6	40.73 48	0	0
18	11.812 5	10.141 2	16.99 49	0	0	18	11.897 4	9.0582 6	43.66 01	0	0
19	12.034 5	10.187 7	18.30 6	0	0	19	12.129 6	9.0647 8	46.45 2	0	0
20	12.256 5	10.238 7	19.62 07	0	0	20	12.361 9	9.0778 3	49.07 41	0	0
21	12.478 5	10.294 4	20.91 67	0	0	21	12.594 1	9.0974 4	51.49 26	0	0
22	12.700 5	10.354 7	22.17 28	0	0	22	12.826 3	9.1236 7	53.67 62	0	0
23	12.922 6	10.419 8	23.36 89	0	0	23	13.058 6	9.1565 6	55.59 57	0	0
24	13.144 6	10.489 8	24.48 63	0	0	24	13.290 8	9.1962 2	57.22 39	0	0
25	13.366 6	10.564 8	25.50 72	0	0	25	13.523 2	9.2427 2	58.53 58	0	0
26	13.588 6	10.644 8	26.41 5	0	0	26	13.755 3	9.2962 84	59.50 84	0	0
27	13.810 6	10.729 9	27.19 39	0	0	27	13.987 5	9.3567 9	60.12 04	0	0
28	14.032 6	10.820 4	27.82 97	0	0	28	14.219 7	9.4246 6	60.35 29	0	0
29	14.254 7	10.916 2	28.30 88	0	0	29	14.452 7	9.5	60.18 87	0	0
30	14.476 7	11.017 7	28.61 91	0	0	30	14.685 2	9.5833 8	59.57 64	0	0
31	14.698 7	11.124 9	28.74 94	0	0	31	14.918 4	9.6747 5	58.46 5	0	0
32	14.920 7	11.238 7	28.68 98	0	0	32	15.151 6	9.7744 2	56.83 55	0	0
33	15.142 7	11.357 2	28.43 18	0	0	33	15.384 7	9.8827 1	54.67 0	0	0
34	15.364 7	11.482 7	27.96 79	0	0	34	15.617 9	10	51.95 22	0	0
35	15.586 7	11.614 9	27.29 22	0	0	35	15.859 5	10.131 5	49.88 46	0	0
36	15.808 8	11.753 8	26.40 03	0	0	36	16.101 7	10.273 6	47.21 34	0	0
37	16.030 8	11.899 9	25.28 93	0	0	37	16.342 6	10.427 1	43.92 59	0	0
38	16.252 8	12.053 5	23.95 82	0	0	38	16.584 2	10.592 8	40.01 18	0	0
39	16.474 8	12.214 9	22.40 8	0	0	39	16.825 7	10.771 5	35.46 41	0	0
40	16.696 8	12.384 6	20.64 17	0	0	40	17.067 9	10.964 3	30.27 92	0	0
41	16.918 8	12.563 5	18.66 5	0	0	41	17.308 8	11.172 7	24.45 79	0	0
42	17.140 9	12.750 7	16.48 63	0	0	42	17.550 4	11.398 2	18.01 25	0	0
43	17.362 9	12.948 2	14.11 73	0	0	43	17.791 9	11.642 8	11.16 81	0	0
44	17.584 9	13.156 3	11.58 77	0	0	44	18.033 5	11.909 1	4.106 5	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)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 647 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

45	17.806 9	13.375 8	9.077 91	0	0	45	18.282 5	12.192 5	- 2.955 06	0	0	45	18.275	12.200 5	- 3.102 34	0	0
46	18.028 9	13.607 6	6.690 47	0	0	46	18.522 8	12.513 11.11 3	-	0	0	46	18.516 6	12.521 6	- 10.70 81	0	0
47	18.250 9	13.852 9	4.490 64	0	0	47	18.763 1	12.869 7	- 19.10 28	0	0	47	18.758 2	12.878 7	- 18.14 86	0	0
48	18.472 9	14.112 9	0.145 654	0	0	48	19.003 4	13.272 4	- 26.66 15	0	0	48	18.999 7	13.281 4	- 25.18 02	0	0
49	18.695	14.389 4	- 4.022 74	0	0	49	19.243 8	13.736 6	- 33.41 05	0	0	49	19.241 3	13.745	- 31.45 4	0	0
50	18.917	14.684 2	- 7.910 15	0	0	50	19.484 1	14.290 8	- 38.75 55	0	0	50	19.482 8	14.297 2	- 36.42 55	0	0
51	19.139	15	0	0	0	51	19.724 4	15	0	0	0	51	19.724 4	15	0	0	0



### Entity Information

### Group: statica

#### Shared Entities

Type	Coordinates	
External Boundary	X	Y
	0	10
	0	0
	40	0
	40	10
	38	10
	30.5	15
	29.75	15
	18.25	15
	17.5	15
10	10	
Material Boundary	X	Y
	10	10
	38	10

#### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sisma kv+	sisma kv-
Water Table	X	Assigned to materials:	Assigned to materials:	Assigned to materials:
	Y			
	0	9.5		
	40	9.5	 Ecla	 Ecla

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 648 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Distributed Load	<b>X</b>	<b>Y</b>	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	29.75	15			
	18.25	15			

## 16.6 RILEVATO KM 8+960 – ANALISI STABILITÀ SLU

### Slide Analysis Information

Ril8960

### Project Summary

File Name: Ril8960.slmd  
 Slide Modeler Version: 8.024  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 08/09/2020, 14:50:48

### Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
statica	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.204310	00h:00m:00.124s
	sismica kv+	Bishop Simplified: 1.107080	00h:00m:00.111s
	sismica Kv-	Bishop Simplified: 1.100910	00h:00m:00.109s

### General Settings

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 Permeability Units: meters/second  
 Data Output: Standard  
 Failure Direction: Right to Left

### Analysis Options

All Open Scenarios	
Slices Type:	Vertical

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 649 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analysis Methods Used

	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check $m\alpha < 0.2$ :	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

### Groundwater Analysis

#### All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

### Random Numbers

#### All Open Scenarios

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

### Surface Options

statica - sismica kv+		All other Scenarios	
Surface Type:	Circular	Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search	Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	500	Number of Surfaces:	500
Upper Angle [°]:	Not Defined	Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined	Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled	Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces	Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined	Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	Not Defined	Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined	Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined	Minimum Weight:	Not Defined

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 650 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Seismic Loading

statica - Master Scenario		statica - sismica kv+		statica - sismica Kv-	
Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No	Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No	Staged pseudostatic analysis:	No
		Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08	Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.08
		Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.04	Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

### Loading

statica - sismica kv+		All other Scenarios	
• 1 Distributed Load present		• 1 Distributed Load present	
Distributed Load 1		Distributed Load 1	
Distribution:	Constant	Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4	Magnitude [kPa]:	26
Orientation:	Normal to boundary	Orientation:	Normal to boundary

### Materials

Property	R	Ala	Ag	Salt	S
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19	19	20	22
Cohesion [kPa]	0	4	0	8	44
Friction Angle [°]	29.3	20.5	32	22.2	24
Water Surface	Assigned per scenario	Assigned per scenario	Assigned per scenario	Assigned per scenario	Assigned per scenario
Hu Value		1	1	1	1
Ru Value	0				

### Materials In Use

Material	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)  
 4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)  
 Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 651 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

R
Ala
Ag
Salt
S

### Global Minimums

statica - Master Scenario		statica - sismica kv+		statica - sismica Kv-	
Method: bishop simplified		Method: bishop simplified		Method: bishop simplified	
FS	1.204310	FS	1.107080	FS	1.100910
Center:	8.281, 34.293	Center:	10.591, 31.295	Center:	10.591, 31.295
Radius:	17.624	Radius:	15.516	Radius:	15.516
Left Slip Surface Endpoint:	6.356, 16.774	Left Slip Surface Endpoint:	5.156, 16.761	Left Slip Surface Endpoint:	5.156, 16.761
Right Slip Surface Endpoint:	22.703, 24.163	Right Slip Surface Endpoint:	24.414, 24.246	Right Slip Surface Endpoint:	24.414, 24.246
Resisting Moment:	6872.41 kN-m	Resisting Moment:	9393.22 kN-m	Resisting Moment:	8734.73 kN-m
Driving Moment:	5706.52 kN-m	Driving Moment:	8484.65 kN-m	Driving Moment:	7934.08 kN-m
Total Slice Area:	35.3813 m2	Total Slice Area:	62.6751 m2	Total Slice Area:	62.6751 m2
Surface Horizontal Width:	16.3472 m	Surface Horizontal Width:	19.2586 m	Surface Horizontal Width:	19.2586 m
Surface Average Height:	2.16436 m	Surface Average Height:	3.2544 m	Surface Average Height:	3.2544 m

### Valid/Invalid Surfaces

statica - sismica kv+	All other Scenarios	
Method: bishop simplified	Method: bishop simplified	
Number of Valid Surfaces: 435	Number of Valid Surfaces:	490
Number of Invalid Surfaces: 65	Number of Invalid Surfaces:	10

### Interslice Data

## 2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale (Castelraimondo nord - Castelraimondo sud)

4° stralcio funzionale (Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 652 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

statica - Master Scenario						statica - sismica kv+						statica - sismica Kv-					
• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.20431						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10708						• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10091					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]	Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	6.3558	16.774	0	0	0	1	5.1558	16.761	0	0	0	1	5.1558	16.761	0	0	0
2	6.6793	16.741	1.166	0	0	2	5.5354	16.625	2.138	0	0	2	5.5354	16.625	2.119	0	0
3	7.0029	16.715	2.423	0	0	3	5.9149	16.499	4.888	0	0	3	5.9149	16.499	4.794	0	0
4	7.3265	16.694	4.081	0	0	4	6.2944	16.384	8.122	0	0	4	6.2944	16.384	7.909	0	0
5	7.6500	16.679	6.188	0	0	5	6.6739	16.280	11.73	0	0	5	6.6739	16.280	11.36	0	0
6	7.9736	16.671	8.677	0	0	6	7.0535	16.186	15.69	0	0	6	7.0535	16.186	15.13	0	0
7	8.2971	16.668	11.48	0	0	7	7.4330	16.102	20.59	0	0	7	7.4330	16.102	19.76	0	0
8	8.6207	16.671	14.54	0	0	8	7.8125	16.029	26.42	0	0	8	7.8125	16.029	25.24	0	0
9	8.9442	16.681	17.81	0	0	9	8.1921	15.964	33.00	0	0	9	8.1921	15.964	31.39	0	0
10	9.2678	16.696	21.22	0	0	10	8.5716	15.910	40.17	0	0	10	8.5716	15.910	38.08	0	0
11	9.5914	16.717	24.72	0	0	11	8.9511	15.865	47.76	0	0	11	8.9511	15.865	45.15	0	0
12	9.9149	16.744	28.26	0	0	12	9.3306	15.829	55.65	0	0	12	9.3306	15.829	52.47	0	0
13	10.238	16.777	31.80	0	0	13	9.7102	15.803	63.69	0	0	13	9.7102	15.803	59.94	0	0
14	10.562	16.816	35.28	0	0	14	10.089	15.786	71.77	0	0	14	10.089	15.786	67.42	0	0
15	10.885	16.862	38.62	0	0	15	10.469	15.778	79.77	0	0	15	10.469	15.778	74.82	0	0
16	11.209	16.913	41.66	0	0	16	10.848	15.780	87.52	0	0	16	10.848	15.780	81.98	0	0
17	11.532	16.971	44.39	0	0	17	11.228	15.791	94.62	0	0	17	11.228	15.791	88.55	0	0
18	11.856	17.035	46.86	0	0	18	11.607	15.811	101.0	0	0	18	11.607	15.811	94.46	0	0
19	12.179	17.105	49.14	0	0	19	11.987	15.841	106.8	0	0	19	11.987	15.841	99.84	0	0
20	12.503	17.182	51.21	0	0	20	12.366	15.88	112.2	0	0	20	12.366	15.88	104.8	0	0
21	12.827	17.265	53.04	0	0	21	12.746	15.928	117.1	0	0	21	12.746	15.928	109.2	0	0
22	13.156	17.356	55.80	0	0	22	13.126	15.986	121.3	0	0	22	13.126	15.986	113.2	0	0
23	13.485	17.454	58.33	0	0	23	13.505	16.054	125.0	0	0	23	13.505	16.054	116.5	0	0
24	13.814	17.559	60.60	0	0	24	13.885	16.131	127.8	0	0	24	13.885	16.131	119.1	0	0
25	14.143	17.672	62.58	0	0	25	14.264	16.219	129.9	0	0	25	14.264	16.219	121.0	0	0
26	14.473	17.792	64.23	0	0	26	14.644	16.316	131.2	0	0	26	14.644	16.316	122.1	0	0
27	14.802	17.919	65.53	0	0	27	15.023	16.424	131.5	0	0	27	15.023	16.424	122.4	0	0
28	15.131	18.054	66.46	0	0	28	15.403	16.543	130.9	0	0	28	15.403	16.543	121.8	0	0
29	15.460	18.197	66.99	0	0	29	15.782	16.672	129.3	0	0	29	15.782	16.672	120.3	0	0
30	15.789	18.348	67.11	0	0	30	16.162	16.812	126.7	0	0	30	16.162	16.812	117.8	0	0
31	16.119	18.507	66.80	0	0	31	16.541	16.964	123.0	0	0	31	16.541	16.964	114.3	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 653 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

32	16.448 2	18.675 3	66.05 15	0	0	32	16.921 2	17.128 72	118.1 0	0	32	16.921 2	17.128 29	109.8 0	0	0
33	16.777 4	18.852 81	64.83 0	0	0	33	17.300 7	17.303 95	112.1 0	0	33	17.300 7	17.303 56	104.2 0	0	0
34	17.106 6	19.037 8	63.15 92	0	0	34	17.680 3	17.492 5	105.0 0	0	34	17.680 3	17.492 62	97.60 0	0	0
35	17.435 8	19.233 91	61.00 0	0	0	35	18.059 8	17.693 77	96.71 0	0	35	18.059 8	17.693 12	89.86 0	0	0
36	17.765 2	19.438 5	58.38 92	0	0	36	18.457 1	17.919 22	91.37 0	0	36	18.457 5	17.919 32	84.76 0	0	0
37	18.094 2	19.653 5	55.28 92	0	0	37	18.854 1	18.161 33	84.74 0	0	37	18.854 1	18.161 08	78.48 0	0	0
38	18.423 4	19.879 7	51.72 59	0	0	38	19.251 3	18.419 4	76.82 0	0	38	19.251 3	18.419 81	71.00 0	0	0
39	18.752 6	20.117 48	47.70 0	0	0	39	19.648 5	18.695 61	67.61 0	0	39	19.648 5	18.695 75	62.34 0	0	0
40	19.081 8	20.366 2	43.24 04	0	0	40	20.045 6	18.991 58	57.13 0	0	40	20.045 6	18.991 48	52.51 0	0	0
41	19.411 9	20.627 24	38.35 0	0	0	41	20.442 8	19.306 41	45.72 0	0	41	20.442 8	19.306 98	41.82 0	0	0
42	19.740 2	20.902 8	33.06 7	0	0	42	20.84 4	19.644 04	33.71 0	0	42	20.84 4	19.644 99	30.59 0	0	0
43	20.069 4	21.191 7	27.42 74	0	0	43	21.237 1	20.006 08	20.98 0	0	43	21.237 1	20.006 06	18.70 0	0	0
44	20.398 6	21.495 5	21.73 82	0	0	44	21.634 3	20.394 26	7.934 0	0	44	21.634 3	20.394 45	6.512 0	0	0
45	20.727 8	21.815 5	16.21 97	0	0	45	22.031 5	20.812 5.114	- 2	0	45	22.031 5	20.812 5.669	- 23	0	0
46	21.057 8	22.152 67	9.715 0	0	0	46	22.428 6	21.262 17.86	- 06	0	46	22.428 6	21.262 17.56	- 33	0	0
47	21.386 2	22.508 9	1.871 26	0	0	47	22.825 8	21.751 29.93	- 56	0	47	22.825 8	21.751 28.82	- 84	0	0
48	21.715 4	22.885 7	- 5.616	0	0	48	23.223 4	22.283 40.88	- 23	0	48	23.223 4	22.283 39.04	- 24	0	0
49	22.044 6	23.285 1	- 12.55	0	0	49	23.620 1	22.867 50.12	- 06	0	49	23.620 1	22.867 47.66	- 97	0	0
50	22.373 8	23.709 9	- 18.73	0	0	50	24.017 3	23.516 56.89	- 11	0	50	24.017 3	23.516 54.00	- 95	0	0
51	22.703 1	24.163 1	0 0	0	0	51	24.414 5	24.246 2	0 0	0	51	24.414 5	24.246 2	0 0	0	0

#### Entity Information

Group: statica

#### Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	16.7065
	0	12.7065
	0	3.70649
	0	1.70649
	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)

Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 02	WBS GE0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 654 di 654
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

	60	0
	60	5.82146
	60	7.82545
	60	16.8436
	60	20.8096
	44.745	19.8799
	36.4912	24.8322
	19.9906	24.0315
	11.6573	19.0315
	10.6573	19.0315
	6.90461	16.7799
Material Boundary	<b>X</b>	<b>Y</b>
	6.90461	16.7799
	44.745	19.8799
Material Boundary	<b>X</b>	<b>Y</b>
	0	12.7065
	60	16.8436
Material Boundary	<b>X</b>	<b>Y</b>
	0	3.70649
	60	7.82545
Material Boundary	<b>X</b>	<b>Y</b>
	0	1.70649
	60	5.82146

### Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	sismica kv+	sismica Kv-																		
		Assigned to materials:	Assigned to materials:	Assigned to materials:																		
Water Table	<table border="1"><tr><td><b>X</b></td><td><b>Y</b></td></tr><tr><td>0</td><td>9.5</td></tr><tr><td>60</td><td>13.8</td></tr></table>	<b>X</b>	<b>Y</b>	0	9.5	60	13.8	<table border="1"><tr><td> Ala</td></tr><tr><td> Ag</td></tr><tr><td> Salt</td></tr><tr><td> S</td></tr></table>	 Ala	 Ag	 Salt	 S	<table border="1"><tr><td> Ala</td></tr><tr><td> Ag</td></tr><tr><td> Salt</td></tr><tr><td> S</td></tr></table>	 Ala	 Ag	 Salt	 S	<table border="1"><tr><td> Ala</td></tr><tr><td> Ag</td></tr><tr><td> Salt</td></tr><tr><td> S</td></tr></table>	 Ala	 Ag	 Salt	 S
	<b>X</b>	<b>Y</b>																				
0	9.5																					
60	13.8																					
 Ala																						
 Ag																						
 Salt																						
 S																						
 Ala																						
 Ag																						
 Salt																						
 S																						
 Ala																						
 Ag																						
 Salt																						
 S																						
Distributed Load	<table border="1"><tr><td><b>X</b></td><td><b>Y</b></td></tr><tr><td>35.2995</td><td>24.7743</td></tr><tr><td>20.9065</td><td>24.0759</td></tr></table>	<b>X</b>	<b>Y</b>	35.2995	24.7743	20.9065	24.0759	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No												
<b>X</b>	<b>Y</b>																					
35.2995	24.7743																					
20.9065	24.0759																					