

ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXILOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE

Val di Chienti
S.C.p.A.

IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE

IL PROGETTISTA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO

ATI: TECHNITAL s.p.a. (mandataria)
EGIS STRUCTURES & ENVIRONNEMENT S.A.
SICS s.r.l. Società Italiana Consulenza Strade
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.
SOIL Geologia Geotecnica Opere in sottterraneo Difesa del territorio

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE *Dott. Ing. M. Raccosta*

IL GEOLOGO
Dott. Geol. F. Ferrari

IL GEOLOGO

IL RESPONSABILE DELLA CONGRUENZA FUNZIONALE
CON IL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO
(ATI: TECHNITAL-EGIS-SOIL-SIS-SICS)

VISTO:IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Vincenzo Lomma

VISTO:IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE

LA DIREZIONE LAVORI

SUBLOTTO 1.2: S.S. 77 "VAL DI CHIEN TI" TRONCO PONTELATRAVE – FOLIGNO
TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)

AREA DI CANTIERE BASE N. 5 (B5)

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050011 ex F12C03000050010 (comunicazione CIPE 20/04/2015)				REVISIONE	FOGLIO	SCALA					
CODICE ELAB. e FILE	Opera	Lotto	Stato	Settore	WBS	Disciplina	Tipo Doc.	N. Progress.			
	L0703	A1	E	P	CA10100	GEO	REL	001	A	01	01
D											
C											
B											
A	EMISSIONE						10/09/15			RASIMELLI	
REV.		DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	APPROVATO RESP. TECNICO ANAS	

Dott. Luca Ugolini
Geologo

Committente: R.P.A. s.r.l. - Perugia

**SUBLOTTO 1.2 S.S. 77 "VAL DI CHIENZI" TRONCO
PONTELATRAVE-FOLIGNO TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE
E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)
AREA DI CANTIERE BASE N. 5 (B5)**

RELAZIONE GEOLOGICA



Provincia di Macerata
Comune di Muccia

Via Roma n° 49 – 47016 Predappio (FC) Tel. 0543-922187 Cell. 348-6556569
geol.lucaugolini@libero.it
C.F: GLN LCU 65E15 D704Y
P.IVA: 04181450406

INDICE

1. PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE.....	3
2. UBICAZIONE DEL SITO	4
3. GEOLOGIA e LITOLOGIA	7
4. GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'AREA	9
5. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA	13
6. INDAGINI IN SITO E DI LABORATORIO	14
6.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.	15
6.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	16
6.3 PROVE DI LABORATORIO.....	16
7. PARAMETRI GEOMECCANICI DEL TERRENO DA PROVE IN SITO E DI LABORATORIO	18
7.1 PROVE S.P.T.....	18
7.2 MISURE DI POCKET PENETROMETER E VANE TEST	19
7.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.	20
7.4 PROVE DI LABORATORIO.....	21
7.5 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI	23
8. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE.....	24
9. SISMICITA'	25
9.1 MAGNITUDO MASSIMA ATTESA E DISTANZA DELLA SORGENTE SIMOGENETICA.....	25
9.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	27
9.3 PARAMETRI SISMICI.....	28
9.4 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA.....	28
9.5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE E VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	28
10. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOMECCANICI	34
11. VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO	35
12. CONCLUSIONI	55

ALLEGATI

REPORT PARAMETRI SISMICI.....	3
STRATIGRAFIA SONDAGGIO S14/PZ ANNO 2006.....	5
STRATIGRAFIE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGI CAM PERFORAZIONI ANNO 2015.....	9
PROVE DI LABORATORIO CAMPIONI DI TERRENO SONDAGGIO S14/PZ ANNO 2006.....	16
PROVE DI LABORATORIO DI REPERTORIO SUL TERRENO DI RIPORTO PRESENTE NEL SITO.....	24

1. PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio in esame è relativo al progetto di ripristino dell'area di cantiere denominata B5 ubicata poco a S dell'abitato di Muccia (MC).

Il progetto prevede, tramite rimodellamento geomorfologico dell'area, la realizzazione di nuovi impianti sportivi, rimodellamento che sarà concretizzato mediante il riporto di rocce provenienti dallo scavo delle gallerie stradali Maddalena e Costafiore durante la costruzione della nuova S.S. 77.

Nel dettaglio sono previsti i seguenti interventi:

1. lo spostamento del fosso che attualmente attraversa l'area;
2. il rimodellamento del terreno per creare un'area pianeggiante ad una quota altimetricamente superiore a quella del piano campagna originario sulla quale realizzare un campo da calcio, un campo da calcio a cinque e due campi da tennis;
3. la realizzazione di un percorso ginnico attrezzato nell'area attualmente predisposta a dormitori;
4. la trasformazione della strada di cantiere a viabilità interna agli impianti sportivi e la realizzazione di un nuovo tratto di strada di collegamento a valle per il Rione Mazzini;
5. la realizzazione di parcheggi nell'area sottostante all'attuale edificio adibito a mensa che sarà mantenuto e riadattato a spogliatoi.

Il progetto definitivo dell'intervento, comprensivo di relazione geologica, è stato predisposto su incarico del Comune di Muccia ed ha avuto parere favorevole con prescrizioni dalla Provincia di Macerata (Determinazione Dirigenziale n° 15/9° settore del 30.01.2015).

Compito del presente studio è quello di integrare quanto già prodotto sulla base delle risultanze emerse da una nuova campagna di indagini allo scopo predisposta in modo da poter ottemperare alle prescrizioni espresse dalla Provincia di Macerata.

Pertanto, per procedere ad un'idonea ricostruzione del modello geologico del sito, determinando le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni, nonché la parametrizzazione sismica è stata approntata, ai sensi delle N.T.C. del 14 gennaio 2008, un'indagine consistente in:

1. analisi della cartografia tecnica, geologica e geomorfologica regionale dell'area;
2. analisi e acquisizione dati dall'elaborato di conformità geomorfologica prodotto, su incarico del Comune di Muccia, dai Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei;
3. esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti D.P.S.H. ;
4. esecuzione di n° 3 sondaggi a carotaggio continuo con misure di pocket penetrometer e vane test tascabile, prelievo di n° 8 campioni indisturbati di terreno, messa in opera di n° 3 piezometri tipo Norton ed esecuzione di n° 6 prove S.P.T.;
5. prelievo di n° 3 campioni rimaneggiati di terreno di riporto attualmente depositato nell'area e derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore;

6. esecuzione di prove di laboratorio su campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati;
7. misura del livello statico della falda nei fori di sondaggio e nei punti prova D.P.S.H.;
8. realizzazione di un allineamento di sismica a rifrazione;
9. reperimento stratigrafie sondaggi e prove di laboratorio della campagna geognostica eseguita per la progettazione del nuovo tracciato della S.S. 77;
10. Analisi sismica di 3° livello eseguita dalla Progeo di Forlì;
11. reperimento analisi chimiche e fisico-meccaniche su campioni di terreno di riporto attualmente presenti nell'area.

2. UBICAZIONE DEL SITO

L'area in oggetto, ubicata in località Muccia (MC), è individuata dal Foglio I.G.M. n° 124 "Macerata" Quadrante III e dall'elemento n° 313090 "Muccia" della Carta Tecnica Regionale rispettivamente alla scala 1:25.000 e 1:10.000.

Si interviene poco a valle della nuova S.S. 77 "Val di Chienti", in una vallecchia orientata NNE-SSW, nel tratto compreso tra le gallerie denominate "Costafiore" e "Maddalena".

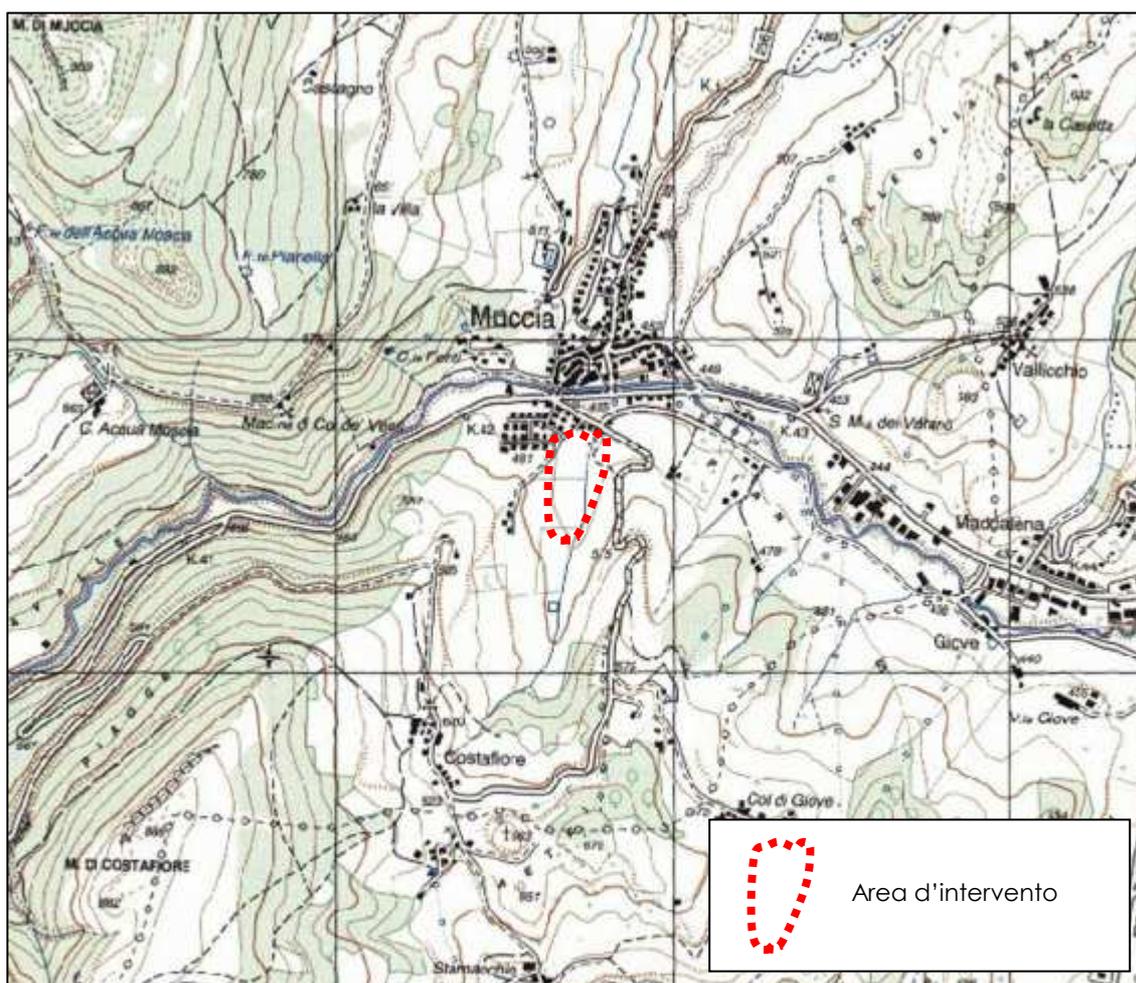


Fig. 1 Inquadramento territoriale – scala 1:25.000

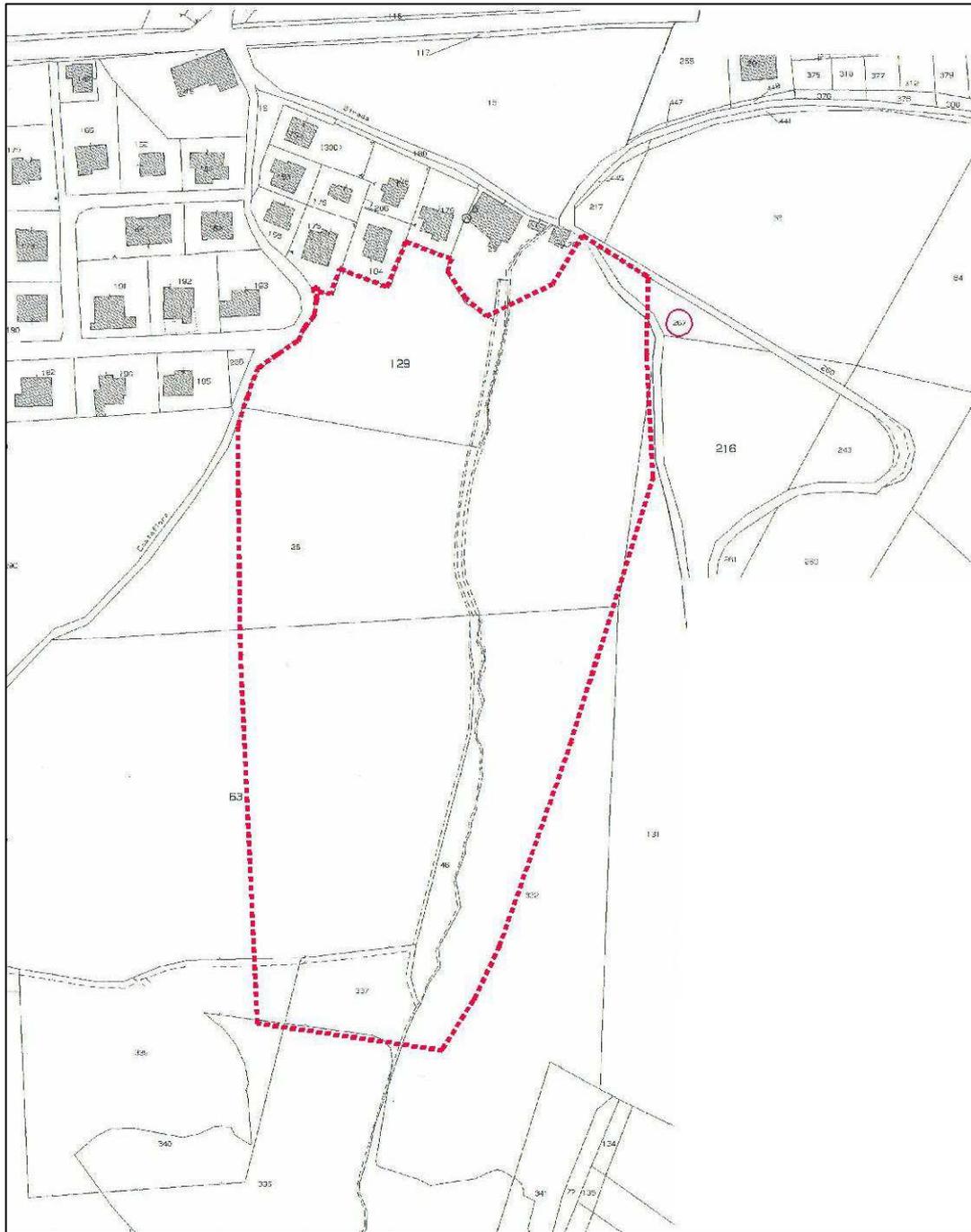


Fig. 3 Inquadramento catastale (tratta dalla relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesi)

3. GEOLOGIA e LITOLOGIA

La cartografia geologica di riferimento è rappresentata dalla Sez. 313090 "Muccia" alla scala 1:10.000 edita dalla Regione Marche e di seguito riprodotta con inserite le misure di giacitura strato eseguite dai Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei .

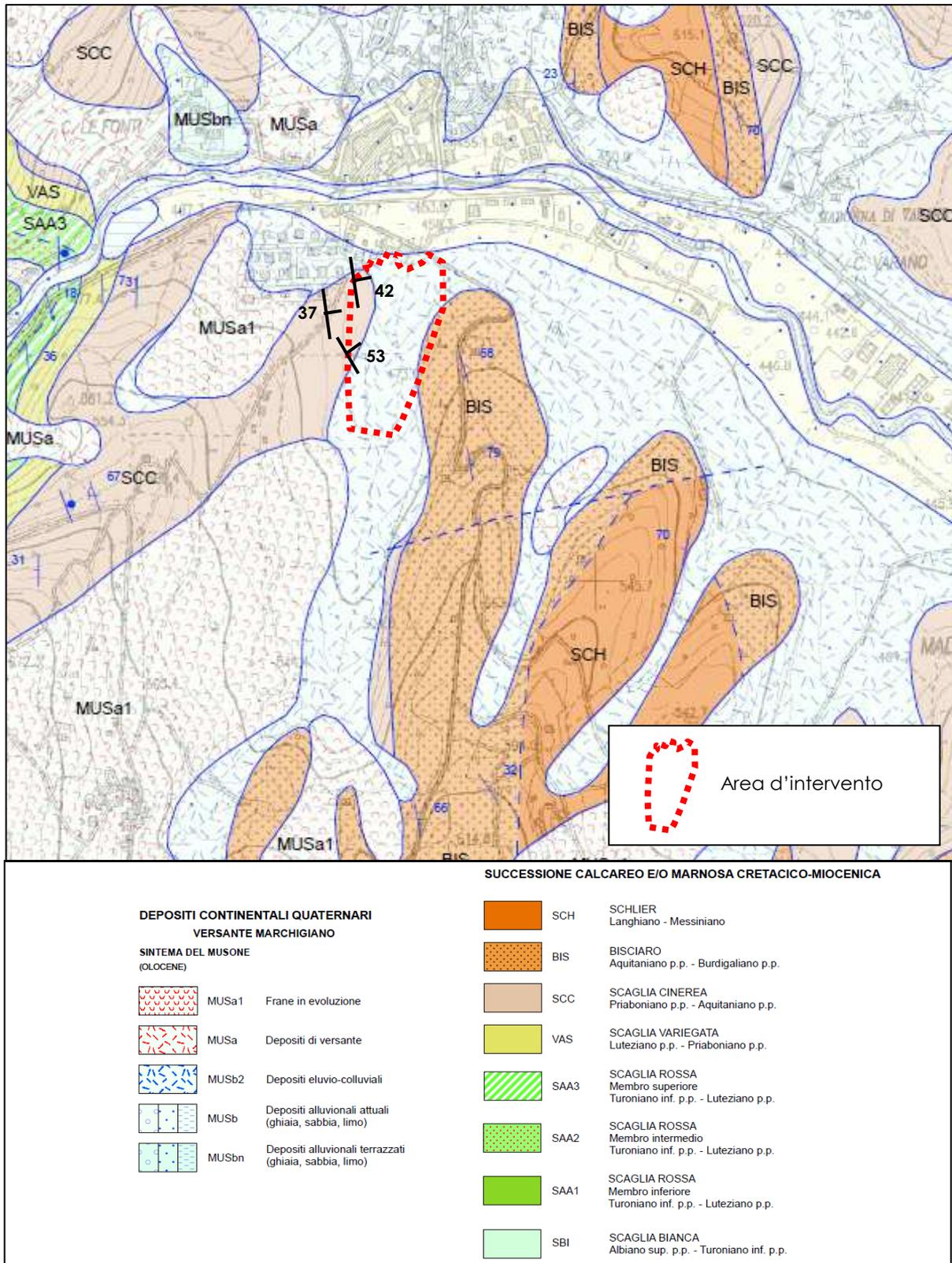


Fig. 4 Carta geologica – scala 1:10.000

Il substrato roccioso rappresentativo per l'area in esame ed affiorante sui versanti che la delimitano è costituito dalle seguenti formazioni:

1. SCC - Formazione della Scaglia Cinerea (*Priaboniano pp* - *Aquitaniense pp*): marne calcaree, marne, marne argillose di colore grigio e verdastro, talora con bande rosate alla base. Si presenta intensamente fratturata ed occupa il versante posto in sinistra idrografica dove affiora prevalentemente nella sua parte occidentale esponendo strati con valori di direzione di 165-175° e di inclinazione variabile da 35 a 70°.
2. BIS - Formazione del Bisciario (*Aquitaniense pp* - *Burdigaliano sup.*): alternanze di calcari marnosi, marne, marne calcaree di colore grigio e marrone. Interessa il versante in destra idrografica rispetto alla vallecchia oggetto di intervento ed affiora lungo la strada che porta a Costafiore dove presenta strati con direzione compresa tra 165 e 175° ed inclinazione tra 55 e 70°.

Il motivo strutturale presente a scala locale è monoclinale e la giacitura degli strati è a franapoggio più inclinato del pendio lungo il versante occidentale ed a reggipoggio in quello orientale.

Nel fondovalle il substrato è mascherato da depositi eluvio-colluviali (Olocene); si tratta di terreni prevalentemente limoso-argillosi aventi potenza max tra 12 e 17 m. e caratterizzati dalla presenza di piccoli clasti per lo più a spigoli vivi, clasti che localmente possono essere prevalenti rispetto alla matrice.

Esternamente all'area oggetto di intervento sono individuate alcune aree classificate come frane in evoluzione (MUSa1) una delle quali interessa l'imbocco della galleria Costafiore ed è attualmente monitorata tramite rilevazioni inclinometriche.

4. GEOMORFOLOGIA E CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'AREA

Le forme del rilievo osservabili rispecchiano le caratteristiche litologiche e tettoniche dei terreni e sono legate ai due gruppi formazionali presenti, che possono essere distinti in terreni a consistenza lapidea (rocce) e in terreni sciolti (terre).

Su tali elementi hanno agito i vari fattori morfogenetici ossia le acque superficiali, quelle sotterranee e il clima.

Nei terreni appartenenti al primo gruppo (Scaglia Cinerea, Bisciaro ecc.) si rilevano profili aspri e pendii acclivi mentre i terreni sciolti sono modellati in forme più dolci.

Il contesto geomorfologico in cui si inserisce l'area d'intervento è quello di una piccola valle orientata circa N-S incisa da un fosso a carattere torrentizio che si immette, in corrispondenza dell'abitato di Muccia, nel Fiume Chienti.

Attualmente nel fondovalle la morfologia originaria caratterizzata da blanda acclività verso il Fiume Chienti (valore medio dell'8,4 % lungo l'asta torrentizia come riportato nella relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei) è in parte modificata da attività antropica in quanto vi sono collocati temporaneamente i terreni di riporto derivanti dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore, riporti che, stando al rilievo allegato al progetto definitivo, formano cumuli alti fino a circa 20 m. con scarpate inclinate di 33-37°.

La vallecola presenta profilo asimmetrico, caratteristica collegabile alle differenti condizioni giaciture della roccia rispetto al pendio, infatti il versante occidentale, interessato da stratificazione a franapoggio, si presenta meno acclive di quello orientale dove la roccia ha giacitura a reggipoggio.

Pertanto, per le condizioni di cui sopra, si osserva un fianco sinistro della valle caratterizzato da maggiori accumuli di terreni di copertura e da morfologia talora ondulata associabile alla presenza di movimenti gravitativi.

Infatti, esternamente all'area oggetto di intervento, sono individuate nella carta geologica e in quella geomorfologica realizzate dalla Regione Marche alcune aree classificate come frane in evoluzione (corpo di frana di scorrimento e di colamento) una delle quali interessa l'imbocco della galleria Costafiore ed è attualmente monitorata tramite rilevazioni inclinometriche.

Tale dissesto, che non interessa l'area d'intervento, è individuato, pur con geometria leggermente differente anche nella cartografia IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani del CNR) e del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) nella Carta RI 63 d – Muccia dove è classificata R1 (a rischio moderato) e pericolosità P2 ed identificata con la sigla F - 19 - 1734.

Si riportano la carta geomorfologica della Regione Marche e la cartografia IFFI e PAI.

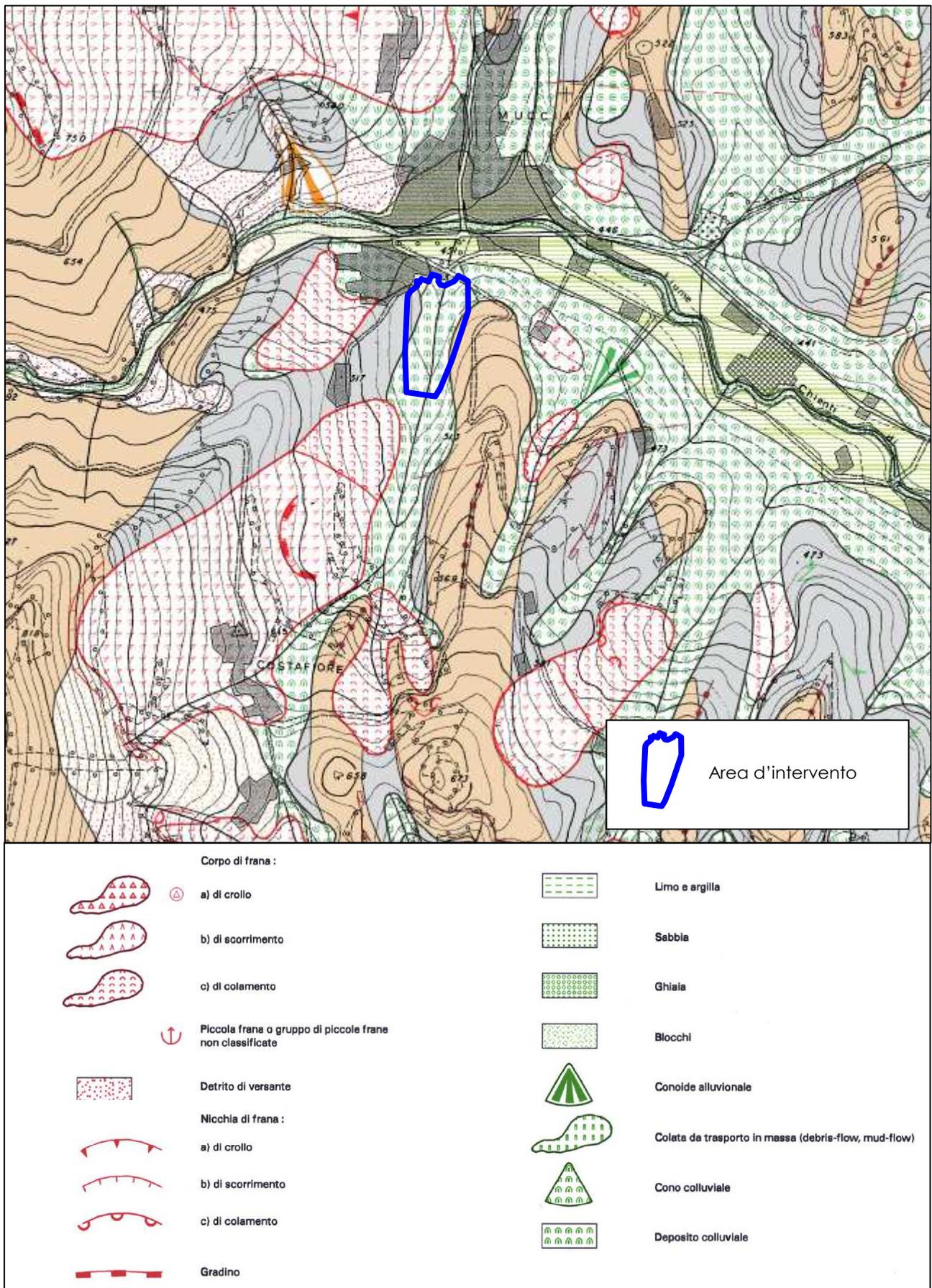


Fig. 5 Carta geomorfologica Regione Marche – scala 1:10.000

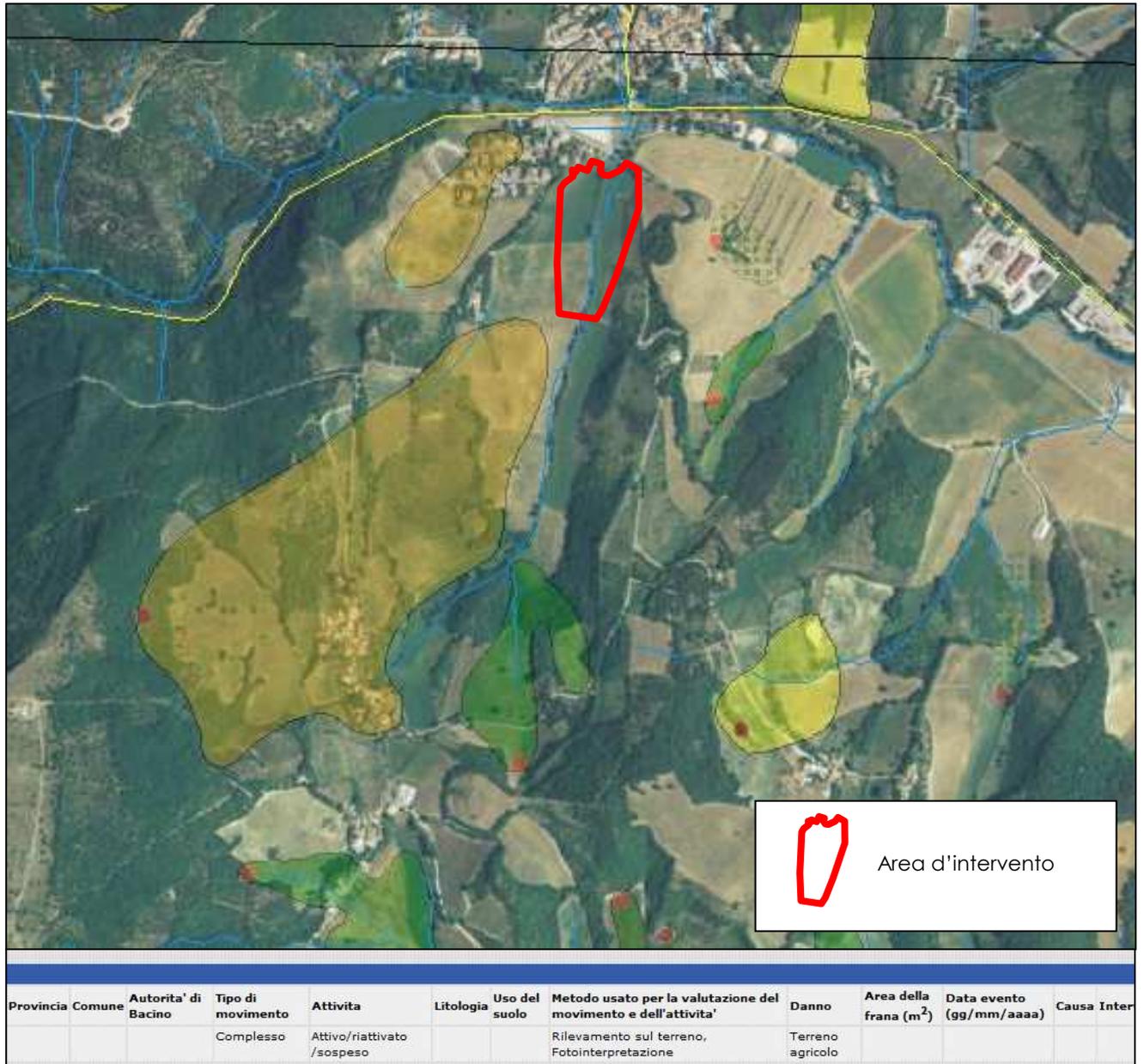


Fig. 6 Cartografia IFFI

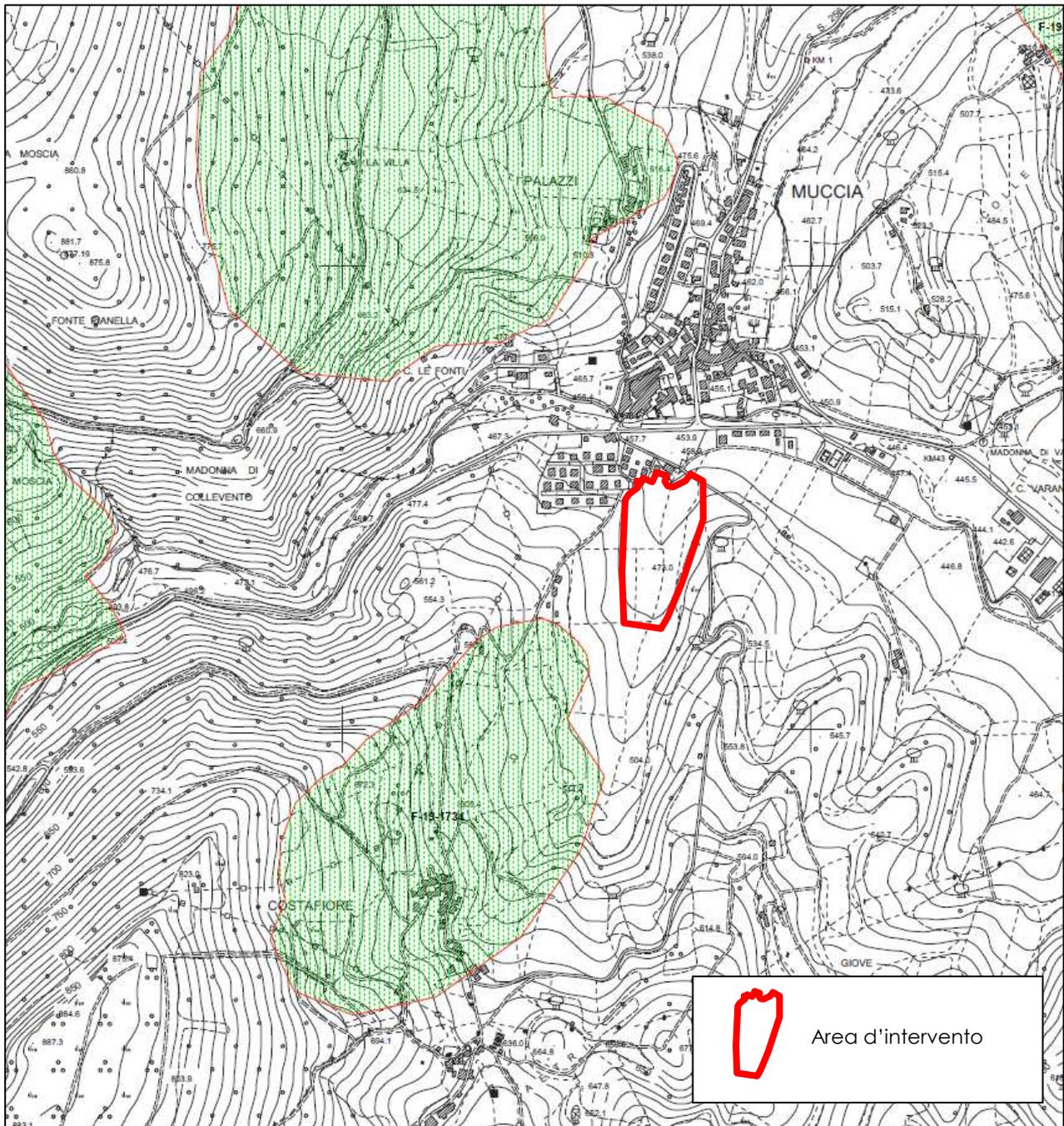


Fig. 7 Cartografia PAI

5. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

Si opera in destra idrografica del Fiume Chienti; notevole è il reticolo idrografico secondario rappresentato da fossi a carattere torrentizio che si immettono nel collettore principale.

Il bacino idrografico del fosso che scorre al centro della vallecchia ha una superficie di circa 0,970 kmq con il punto più alto del bacino posto a quota di ca. 885 m s.l.m. (Monte di Costafiore) mentre il punto più basso, corrispondente alla sezione di chiusura, è posto a quota di ca. 460 m. s.l.m..

Si riportano i principali parametri morfometrici del bacino idrografico (tratti dalla relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei):

Superficie del bacino:	S = 0,97 Km ²
Lunghezza dell'asta:	L = 2,15 km
Altezza massima:	Hmax = 885 m s.l.m.
Altezza sez. di chiusura	Hc = 470 m s.l.m.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni interessati presentano comportamenti differenti in funzione della litologia; si passa quindi da valori di permeabilità estremamente bassi per il substrato roccioso ed i depositi prevalentemente argillosi, a alti per i terreni incoerenti (ghiaie, sabbie di deposito alluvionale o intercalate all'interno della compagine limoso-argillosa).

Il substrato roccioso a prevalente componente marnosa presenta sì ridotta permeabilità primaria ma la circolazione idrica sotterranea è possibile localmente per fratturazione.

Nei terreni di copertura al substrato è stata rilevata la presenza di falda posta alla seguente profondità:

Prova	Prof. falda (m)	Data di lettura
Sondaggio 1	11,44	03.06.2015
Sondaggio 2	5,57	03.06.2015
Sondaggio 3	4,39	03.06.2015
D.P.S.H. 1	Foro chiuso al p.c.	15.07.2015
D.P.S.H. 2	Foro chiuso al p.c.	15.07.2015
D.P.S.H. 3	Foro chiuso al p.c.	15.07.2015
Sondaggio 14/pz	2,85	21.06.2006

Il livello della falda, misurato nel periodo estivo, sarà condizionato dal regime pluviometrico stagionale, con oscillazioni annuali e/o stagionali da quantificare con apposito monitoraggio nei piezometri predisposti.

Per i depositi a natura prevalentemente argilloso-limosa è plausibile valutare valori del coefficiente di permeabilità K prossimi a 10^{-8} - 10^{-9} m/sec (dedotta da prove di permeabilità superficiale eseguite in terreni simili presso Bavareto).

Per fornire una valutazione sull'intensità degli eventi piovosi in tempi recenti si riporta il grafico dei dati pluviometrici e di temperatura rilevati alla stazione di Muccia dalla fine del 2010 a metà del 2013.

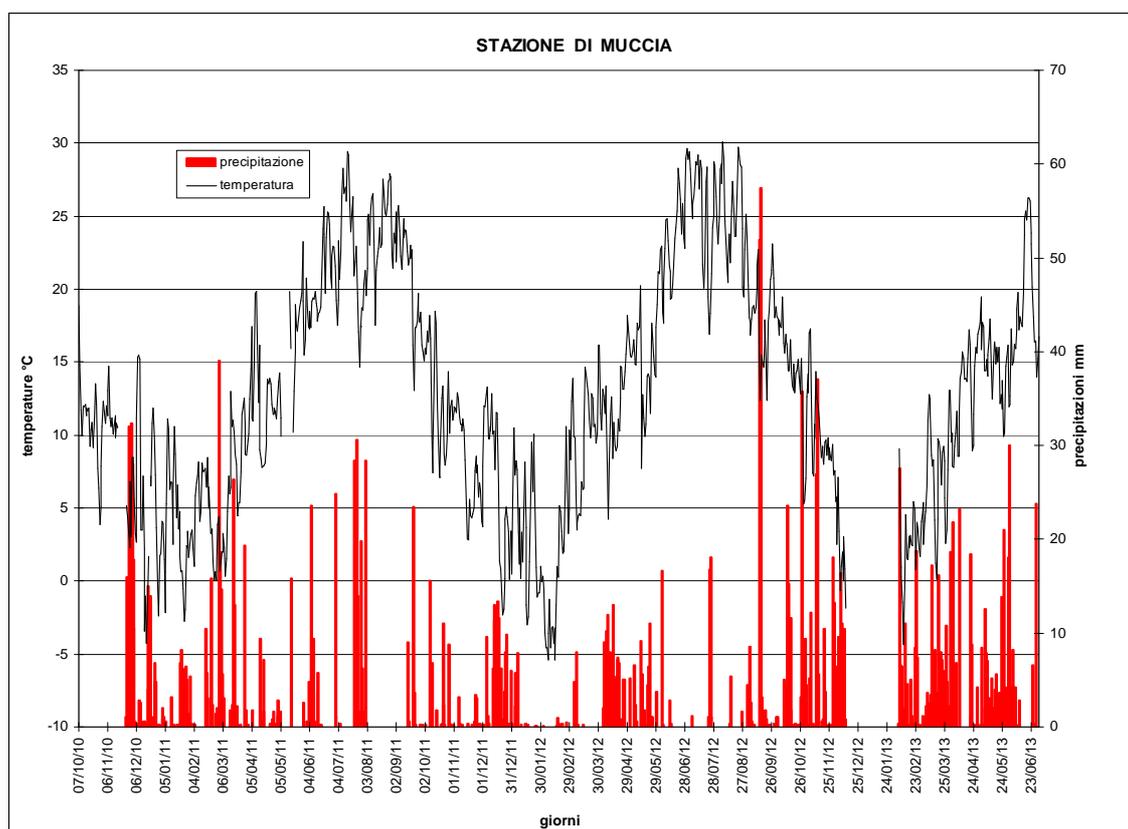


Fig. 8 Grafico precipitazioni e temperature alla stazione di Muccia

6. INDAGINI IN SITO E DI LABORATORIO

Le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, sono consistite in:

1. esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino al substrato roccioso con esecuzione di n. 6 prove S.P.T. , misure di pocket penetrometer e di vane test tascabile nelle carote appena estratte e prelievo di n. 8 campioni indisturbati di terreno e di un campione rimaneggiato;
2. esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti DPSH;
3. messa in opera di n. 3 piezometri nei fori di sondaggio e un piezometro nelle prove penetrometriche;

4. prelievo di n. 3 campioni rimaneggiati nel terreno di riporto attualmente presente nel sito e derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore;
5. analisi di laboratorio sui campioni indisturbati e non prelevati, eseguite presso il laboratorio Orazi;
6. esecuzione di una linea sismica a rifrazione longitudinale all'area d'intervento;
7. reperimento dei risultati di determinazione della Vs 30 riportati nella relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei;
8. reperimento stratigrafia e prove di laboratorio sondaggio S14/pz eseguito dalla Servizi Geotecnici nel 2006;
9. reperimento analisi di laboratorio di un campione rimaneggiato prelevato nel terreno di riporto attualmente presente nel sito e derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore.

6.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste.

L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante il maglio.

Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita.

La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo, e diretta del numero di colpi (NDP) per una data penetrazione.

Per l'esecuzione della suddetta indagine è stato utilizzato un penetrometro "PAGANI" del tipo Autoancorante Standard con una capacità di spinta di 200 KN.

Le caratteristiche della strumentazione utilizzata per le prove penetrometriche dinamiche sono riportate nella seguente tabella:

PENETROMETRO "PAGANI"	DPSH Tipo "Meardi" (AGI) TG 63-100 KN
PESO MAGLIO	63.50 Kg
ALTEZZA DI CADUTA	0.75 m
LUNGHEZZA ASTE	1.0 m
PESO ASTE	6.31 Kg/ml
ANGOLO PUNTA CONICA	60°
SEZIONE PUNTA	20.43 cm ²
AVANZAMENTO	20 cm

Le prove hanno raggiunto una profondità rispettivamente di 12,40 m. (prova 1), 12,20 m. (prova 2) e 6,00 m. (prova 3) e sono state arrestate quando è stato raggiunto un numero di colpi > 60.

6.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi sono stati eseguiti dalla CAM perforazioni di Pesaro impiegando una sonda CMV MK 600F e utilizzando un carotiere semplice da Ø 101 per le parti in terra ed un carotiere doppio da Ø 101 + diamante per quelle in roccia.

Il foro è stato rivestito (rivestimento Ø 127) fino al raggiungimento del substrato roccioso.

Si riportano in tabulato i principali dati inerenti ai sondaggi:

SOND. n°	DATA ESEC. (inizio-fine)	PROF. m.	PROVE SPT		CAMPIONI SHELBY		PIEZOMETRO m.
			Nspt	PROF. (m.)	n°	PROF. (m.)	
1	27.05-29.05.2015	20,00	25-31-37 5-4-7	5,00-5,45 9,00-9,45	SH1 SH2 SH3	3,10-3,60 8,60-9,00 13,20-13,60	20,00
2	25.05-27.05.2015	20,00	6-8-5 10-17-23	4,40-4,85 8,20-8,65	SH1 SH2	4,00-4,40 6,60-7,00	20,00
3	21.05-25.05.2015	14,70	4-6-9 13-17-20	3,60-4,05 6,40-6,85	SH1 SH2 SH3	3,20-3,60 6,00-6,40 10,00-10,50	14,70

Sono stati inoltre reperiti stratigrafia e dati del sondaggio S14pz eseguito nel 2006 dalla Servizi Geotecnici, dati che si riportano in tabulato:

SOND. n°	DATA ESEC. (inizio-fine)	PROF. m.	PROVE SPT		CAMPIONI RIMANEGGIATI		PIEZOMETRO m.
			Nspt	PROF. (m.)	n°	PROF. (m.)	
S14/pz	20.06.2006 21.06.2006	32,00	4-7-5 7-7-9 24-r16	5,00-5,54 9,70-10,15 15,00-15,31	CR1 CR2 CR3 CR4	7,30-7,70 15,30-15,70 19,60-20,00 25,60-26,00	non specificato

6.3 PROVE DI LABORATORIO

Sui n° 6 campioni di terreno indisturbato prelevati nei sondaggi e in n° 3 campioni rimaneggiati prelevati nel terreno di riporto derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore sono state eseguite prove di laboratorio atte alla determinazione delle principali caratteristiche fisiche e geotecniche.

Sono state eseguite le seguenti analisi e prove:

SOND. n°	CAMPIONE	PROF. m.	PROVE DI LABORATORIO									
			W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
1	SH 1	3,10-3,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
	SH 2	8,60-9,00	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
	SH 3	13,20-13,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
2	SH 2	6,60-7,00	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
3	SH 1	3,20-3,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
	SH 3	10,00-10,50	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
SCAVO	CR1	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	
SCAVO	CR2	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	
SCAVO	CR3	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	

Sono stati inoltre reperiti i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni rimaneggiati di terreno prelevati nel sondaggio S14pz eseguito nel 2006 dalla Servizi Geotecnici e su campione rimaneggiato prelevato nell'accumulo attualmente presente nel sito, dati che si riportano in tabulato:

SOND. n°	CAMPIONE	PROF. m.	PROVE DI LABORATORIO										
			W	PUV	PVS	COST	E	S	GRA	LL-LP	ELL	EDO	
S14/pz	CR 1	7,30-7,70	-	-	-	-	-	-	-	GRA	LL-LP	ELL	-
	CR 2	15,30-15,65	-	-	-	-	-	-	-	GRA	LL-LP	-	TDI (CD)
SCAVO	-	-	W	PUV	PVS	COST	E	S	GRA	LL-LP	-	TDI (CD)	

W - Contenuto d'acqua allo stato naturale

E - indice vuoti

S - Grado di saturazione

COST - Prova di costipamento

PUV - Peso dell'Unità di Volume

PSG - Peso specifico dei granuli

PVS - Peso di volume secco

GRA - Analisi granulometrica

LL-LP - Limiti di Atterberg (liquido e plastico)

LR - Limite di ritiro

TDI (CD) - Prova di taglio diretto consolidata drenata con "scatola Casagrande"

ELL - Prova di compressione ad espansione laterale libera

EDO - Prova di consolidazione edometrica

7. PARAMETRI GEOMECCANICI DEL TERRENO DA PROVE IN SITO E DI LABORATORIO

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni derivante da prove e misure in sito eseguite durante i sondaggi (prove S.P.T., misure di pocket penetrometer e vane test), dalle prove penetrometriche D.P.S.H. e dalle analisi di laboratorio sui campioni prelevati.

7.1 PROVE S.P.T.

L'interpretazione delle prove S.P.T. eseguite nei fori di sondaggio permette di ottenere indicazioni sui valori di angolo di attrito interno Φ' e di densità relativa Dr dei terreni incoerenti e di coesione non drenata C_u in quelli coesivi.

I metodi interpretativi utilizzati sono:

1. metodo del "Road Bridge Specification" per la determinazione dell'angolo d'attrito interno Φ' dei terreni incoerenti:

$$\Phi' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

N_{SPT} = n° di colpi per 30 cm. di avanzamento delle aste

2. metodo di "Gibbs & Holtz (1957)" per la determinazione del valore di densità relativa dei terreni incoerenti:

$$Dr = 21 \cdot \sqrt{\frac{N_{SPT}}{\sigma'_v + 0,7}}$$

σ'_v = pressione verticale efficace (Kg/cmq)

3. metodo di Terzaghi-Peck (1948) per la determinazione della coesione non drenata in terreni coesivi secondo il rapporto C_u (Kg/cmq) = 0,067 N_{spt} .

SOND. n°	PROVE SPT		LITOLOGIA	Φ' °	Dr %	C_u Kg/cm q
	Nspt	PROF. (m.)				
1	25-31-37 5-4-7	5,00-5,45 9,00-9,45	Frammenti lapidei e limo argilloso Limo argilloso	47 -	>90 -	- 0,74
2	6-8-5 10-17-23	4,40-4,85 8,20-8,65	Limo argilloso Frammenti lapidei e limo argilloso	- 39,5	- >90	0,87 -
3	4-6-9 13-17-20	3,60-4,05 6,40-6,85	Limo argilloso Limo argilloso	- -	- -	1,00 > 2
S14/pz	4-7-5 7-7-9 24-r16	5,00-5,54 9,70-10,15 15,00-15,31	Argilla limosa Argilla sabbiosa Sabbia e ghiaia	- 30,5 >45	- 63 >90	0,80 - -

7.2 MISURE DI POCKET PENETROMETER E VANE TEST

Si riportano i risultati delle misure di pocket penetrometer e vane test eseguite dalla CAM perforazioni per i sondaggi n° 1-2-3 e dalla Servizi Geotecnici per il sondaggio S14:

SOND. n°	PROF. m.	P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq	SOND. n°	PROF. m.	P.P. Kg/cmq	V.T. Kg/cmq
1	1,00	4,00	1,60	2	2,50	3,90	1,40
	1,50	4,20	1,80		3,00	4,30	1,40
	2,00	3,30	1,60		3,50	4,30	0,90
	2,50	2,50	1,50		4,50	2,30	1,20
	7,50	2,70	1,40		5,00	2,20	1,20
	8,00	2,50	1,40		5,50	3,30	1,50
	9,50	1,40	0,80		6,00	2,50	1,60
	10,00	2,70	1,20		7,00	2,50	1,80
	10,50	1,90	1,40		10,50	3,00	1,60
	11,00	2,60	1,20		12,00	1,50	0,70
	11,50	2,10	1,20		12,50	1,90	0,90
	14,00	1,80	1,00		13,00	2,00	0,90
	14,50	3,50	1,80		13,50	2,50	1,80
					14,00	2,80	1,60
					14,50	1,70	1,20
			15,00	2,70	1,60		
			15,50	2,10	1,20		
3	1,50	2,80	1,50	S14/pz	1,60	1,00	
	2,00	2,10	1,10		2,50	1,50	
	2,50	2,20	1,00		3,20	1,60	
	4,00	2,50	1,40		3,60	1,50	
	4,50	3,10	1,20		4,70	0,80	
	5,00	1,50	0,80		5,50	1,00	
	5,50	2,70	1,40		6,10	1,00	
	7,00	3,00	1,20		6,70	2,50	
	7,50	2,80	1,40		7,50	1,00	
	8,00	3,70	1,30		8,90	0,90	
	8,50	3,50	1,40		9,50	1,60	
	9,00	2,60	1,00		10,50	1,70	
	9,50	3,10	1,10		10,80	1,30	
	10,50	3,50	1,20		11,70		
	11,00	2,90	1,00				
11,50	4,00	1,30					

Da quanto verificato i valori di coesione non drenata C_u variano da un minimo di 0,70/0,80 ad un massimo 1,80/2,15 Kg denotando la presenza di argilla da compatta a compattissima.

Valori più bassi sono presenti nelle misure del sondaggio S14/pz (C_u tra 0,4 e 1,25 Kg/cm² e consistenza da media a molto compatta).

7.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.

L'esecuzione delle prove DPSH ha consentito una valutazione sullo stato di consistenza/addensamento del terreno, la determinazione della profondità del substrato roccioso ed una stima dei principali parametri geomeccanici.

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi NSPT ottenuto con la suddetta prova.

La correlazione tra il numero di colpi delle due prove è dato da:

$$N_{SPT} = \beta t \cdot N$$

Dove:

$$\beta t = Q / Q_{SPT}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{SPT} è quella riferita alla prova SPT.

Relativamente al penetrometro utilizzato si ha che il valore di βt è pari a 1,521 e quindi:

$$N_{SPT} = 1,521 \cdot N$$

Ottenuto il valore di N_{SPT} si procede al calcolo dell'angolo di attrito interno drenato dei terreni incoerenti con la metodologia di cui al Par. 7.1.

Si riportano in tabulato i risultati ottenuti:

D.P.S.H n°	Prof. m.	N° di colpi medio N(dpsh)	N° di colpi N(spt)	Φ' °	Cu Kg/cmq	Consistenza/addensamento (Terzaghi e Peck 1948) (Skempton 1986)
1	0,00-0,60	12,67	19	-	1,27	Molto compatto
	0,60-2,20	5,375	8	-	0,54	Medio
	2,20-6,80	3,61	5,5	-	0,37	Medio
	6,80-7,40	12,33	18,75	31,8	-	Medio
	7,40-8,40	5	7,6	-	0,51	Medio
	8,40-9,60	6,83	10,4	-	0,70	Compatto
	9,60-11,60	12,3	18,7	-	1,25	Molto compatto
2	0,00-3,00	4,33	6,6		0,44	Medio
	3,00-5,00	3,7	5,6		0,38	Medio
	5,00-7,00	3,6	5,5		0,37	Medio
	7,00-8,60	4,25	6,5		0,44	Medio
	8,60-10,20	6,125	9,3		0,62	Compatto
	10,20-11,40	16,33	24,8		1,66	Molto compatto
	11,40-11,80	33,5	50,95		3,41	Duro
3	0,00-0,40	17	25,86	-	1,73	Molto compatto
	0,40-3,60	4,31	6,6	-	0,44	Medio
	3,60-4,20	7,33	11,15	-	0,75	Compatto
	4,20-5,60	14,14	21,5	-	1,44	Molto compatto

7.4 PROVE DI LABORATORIO

Si riassumono in tabulato i risultati delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati:

SONDAGGIO		S1	S1	S1	S2
CAMPIONE		SH1	SH2	SH3	SH1
PROFONDITA' (m)		3,1/3,6	8,6/9,0	13,2/13,6	4,0/4,4
Contenuto in acqua	%	26,2	32,6	21,7	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,93	1,88	1,90	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,53	1,42	1,56	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	2,70	2,67	2,67	-
Indice dei vuoti	-	0,765	0,883	0,710	-
Grado di saturazione	-	0,92	0,99	0,82	-
Frazione ghiaiosa	%	0,0	0,0	0,0	-
Frazione sabbiosa	%	4,2	4,1	4,0	-
Frazione limosa	%	63,2	57,5	69,1	-
Frazione argillosa	%	32,6	38,4	26,9	-
Limite di liquidità	%	39,1	50,9	36,4	-
Indice di plasticità	%	16,2	25,1	18,2	-
Indice di consistenza	-	0,80	0,73	0,81	-
Limite di ritiro	%	18,2	18,4	14,3	-
Classificazione UNI 10006	-	A6	A7-6	A6	-
Classificazione USCS	-	CL	CH	CL	-
Resistenza al taglio non drenata	kPa	68,5	-	-	-
Coesione intercetta	kPa	15,4	7,5	8,2	-
Angolo di resistenza al taglio	°	27,4	26,1	28,0	-
Modulo edometrico 25/50 kPa	kPa	-	4464	5814	-
Modulo edometrico 50/100 kPa	kPa	21739	3401	4545	-
Modulo edometrico 100/200 kPa	kPa	16129	3484	4082	-

SONDAGGIO		S2	S2	S3	S3
CAMPIONE		SH2	CR1	SH1	SH2
PROFONDITA' (m)		6,6/7,0	7,7/8,0	3,2/3,6	6,0/6,4
Contenuto in acqua	%	25,3	-	31,7	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,91	-	1,87	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,52	-	1,42	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	2,68	-	2,66	-
Indice dei vuoti	-	0,758	-	0,873	-
Grado di saturazione	-	0,89	-	0,97	-
Frazione ghiaiosa	%	0,0	-	0,0	-
Frazione sabbiosa	%	2,8	-	3,4	-
Frazione limosa	%	64,2	-	58,0	-
Frazione argillosa	%	33,0	-	38,6	-
Limite di liquidità	%	38,1	-	51,3	-
Indice di plasticità	%	15,1	-	24,1	-
Indice di consistenza	-	0,85	-	0,81	-
Limite di ritiro	%	18,3	-	19,0	-
Classificazione UNI 10006	-	A6	-	A7-6	-
Classificazione USCS	-	CL	-	CH	-
Resistenza al taglio non drenata	kPa	83,0	-	-	-
Coesione intercetta	kPa	10,3	-	15,6	-
Angolo di resistenza al taglio	°	26,0	-	23,6	-
Modulo edometrico 25/50 kPa	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico 50/100 kPa	kPa	14286	-	15625	-
Modulo edometrico 100/200 kPa	kPa	12048	-	11628	-

SONDAGGIO		S3	SCAVO	SCAVO	SCAVO
CAMPIONE		SH3	CR1	CR2	CR3
PROFONDITA' (m)		10,0/10,5	---	---	---
Contenuto in acqua	%	38,4	-	-	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,80	-	-	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,30	-	-	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	2,62	-	-	-
Indice dei vuoti	-	1,014	-	-	-
Grado di saturazione	-	0,99	-	-	-
Frazione ghiaiosa	%	0,0	-	-	-
Frazione sabbiosa	%	2,3	-	-	-
Frazione limosa	%	52,8	-	-	-
Frazione argillosa	%	44,9	-	-	-
Limite di liquidità	%	72,4	-	-	-
Indice di plasticità	%	39,3	-	-	-
Indice di consistenza	-	0,87	-	-	-
Limite di ritiro	%	19,5	-	-	-
Classificazione UNI 10006	-	A7-5	-	-	-
Classificazione USCS	-	CH	-	-	-
Resistenza al taglio non drenata	kPa	98,0	-	-	-
Coesione intercetta	kPa	15,3	5,7	7,5	3,5
Angolo di resistenza al taglio	°	22,2	29,3	30,1	30,6
Modulo edometrico 25/50 kPa	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico 50/100 kPa	kPa	8929	-	-	-
Modulo edometrico 100/200 kPa	kPa	6711	-	-	-

Dall'analisi dei risultati sui campioni indisturbati si deduce:

1. il terreno è classificabile come Limo con argilla (la frazione sabbiosa è minima e sempre inferiore al 5%);
2. si tratta, secondo la classificazione UNI 10006, di argille poco compressibili (A6), argille fortemente compressibili e mediamente plastiche (A7-5) e di argille fortemente compressibili e fortemente plastiche;
3. secondo il sistema USCS si tratta di terreni a grana fine dati da argille inorganiche con limite liquido < 50 % (CL) e > 50 % (CH);
4. il contenuto in acqua è compreso tra 21,7 e 38,5 % ed è sempre inferiore al limite liquido;
5. l'indice di consistenza IC denota la presenza di terreno a consistenza solido-plastica e plastica per il campione SH 2 del sondaggio 1;
6. l'indice plastico IP è sempre compreso tra il 15 ed il 40 % denotando la presenza di terreno plastico;
7. il grado di saturazione indica terreni saturi o prossimi alla saturazione;
8. in base ai valori dei Limiti di Atterberg l'argilla è di tipo caolinifico;
9. l'angolo di attrito interno drenato (ϕ') e la coesione drenata (c') hanno valori tipici di materiali limoso argillosi;
10. i valori di coesione non drenata sono compresi tra 68,5 e 98 kPa;
11. considerando la tensione litostatica presente alla profondità di prelievo dei campioni si ricavano i seguenti moduli edometrici M:

S1 (prof. 3,1-3,6 m.) M= 217,39 Kg/cm²

S1 (prof. 8,6-9,0 m.)	M= 34,84 Kg/cm ^q
S1 (prof. 13,2-13,6 m.)	M= 61,54 Kg/cm ^q
S2 (prof. 6,6-7,0 m.)	M= 120,48 Kg/cm ^q
S3 (prof. 3,2-3,6 m.)	M= 156,25 Kg/cm ^q
S3 (prof. 10,0-10,5 m.)	M= 67,11 Kg/cm ^q

Analogamente si riporta la sintesi delle analisi di repertorio ed eseguite sui campioni rimaneggiati di terreno prelevati nel sondaggio S14pz (Servizi Geotecnici 2006) e sul campione rimaneggiato prelevato nel 2013 nell'accumulo con materiale di scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore.

Sond. n°	Camp. n°	Prof. m	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Wl %	Ip %	ELL cu Kg/cm ²	Taglio C.D.	
										Ø' °	c' Kg/cm ²
14/pz	CR1	7,30-7,70	13,4	31,3	32,5	22,5	36,9	17,2	0,87	-	-
14/pz	CR2	15,30-15,65	16,5	18,8	44,6	20,1	32,5	15,8	-	22,6	0,27

Sond. n°	Camp. n°	Prof. m	γ	γ _d	W	e	S	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Wl %	Ip %	Taglio C.D.	
			t/mc	t/mc	%	%	Ø' °							c' Kg/cm ²	
SCAVO	-	-	1,86	1,69	9,9	0,595	45	58	17,5	24,5	31	13	31,79	0,214	

Relativamente alla classificazione CNR – UNI 1006, il campione CR1 è stato classificato come A6 corrispondente ad argilla poco compressibile ed i campione CR2 e quello derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore come A2-6 relativo a ghiaia limosa o argillosa e sabbia.

7.5 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI

Dall'analisi e confronto dei risultati dell'interpretazione delle prove in sito e delle prove di laboratorio emerge che i valori di coesione non drenata del terreno rilevati nei sondaggi n° 1-2-3 con le misure di pocket penetrometer e di vane test sono significativamente più elevati di quanto verificato sia nelle indagini di repertorio (S14) che nelle prove penetrometriche e di laboratorio.

8. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

La linea sismica, di lunghezza pari a 360 m., è stata eseguita lungo la strada di cantiere che costeggia dal lato occidentale l'area interessando il sondaggio 3 e la prova P2 che sono state utilizzati per la taratura.

Per quanto riguarda i cenni teorici sul metodo sismico a rifrazione e sulla strumentazione utilizzata si rimanda al rapporto tecnico redatto dalla CAM Perforazioni.

In merito ai risultati dell'indagine si riprende quanto specificato nel rapporto tecnico citato sopra:

“L'elaborazione effettuata dimostra la presenza di tre sismostrati. Il primo presenta un range di Vp tra 490-720 m/sec e di Vs compreso tra 200-270 m/sec., attribuibile al materiale di riporto ed alla parte più sommitale dei depositi di copertura. Il secondo sismostrato presenta velocità delle onde sismiche Vp tra 1095-1610 m/sec e Vs tra 375-515 m/sec. L'andamento della superficie che delimita inferiormente il sismostrato risulta essere leggermente ondulata e comunque compresa nell'intervallo di profondità 11-15 m da p.c.; dalla stratigrafia del sondaggio S3, si può dedurre, che tale sismostrato risulta essere costituito da depositi di copertura prevalentemente limoso-argillosi, con inclusi lapidei. Il terzo sismostrato comprende velocità Vp dell'ordine di 2625-3125 m/sec e Vs 810-985 m/sec. L'elevata velocità degli impulsi sismici, riscontrati in questo sismostrato, giustifica la presenza di un substrato marnoso seppur con un elevato grado di fratturazione. Come evidenziato dalla sezione interpretativa (mediante due linee rosse) ottenuta, risulta essere presente una zona con una variazione laterale di velocità sismiche che possono indicare la presenza di aree maggiormente fratturate.

Di seguito si sintetizzano, sotto forma di tabella, i dati relativi alle risultanze dell'indagine sismica.”

N. Sismostrato	Spessore (m)		Ascrizione Litologica	Vp (m/sec)		Vs (m/sec)	
	Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Max.
1	3.0	4.5	Terreno di riporto e depositi superficiali	490	720	200	270
2	6.0	11.0	Depositi di copertura limoso-argillosi con inclusi lapidei.	1095	1610	375	515
3	∞	∞	Substrato Marnoso fratturato	2625	3165	810	985

9. SISMICITA'

L'area in esame interessa il territorio comunale di Muccia (MC), comune che risulta classificato, in base alla nuova classificazione sismica dell'Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri e successive modifiche ed integrazioni, come Zona 1.

Più nel dettaglio la banca dati DISS 3.1 (INGV) indica che l'area studiata ricade a pochi chilometri dalla fascia sismogenica ITCS07 Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga a cui è attribuita una magnitudo di riferimento (TR = 475 anni) pari a $M_w = 6,2$.

Sulla base dei dati messi a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) si procede ad una stima della Magnitudo massima attesa nel sito in esame e della distanza della sorgente sismogenetica e, secondo quanto previsto dalle N.T.C. di cui al D.M. del 14.01.08 e delle "Istruzioni per l'Applicazione" di cui alla circolare n° 617 del 2 febbraio 2009, si esplicitano:

- i parametri sismici del sito e della categoria di sottosuolo;
- i fattori di amplificazione stratigrafica e topografica;
- una valutazione degli effetti di amplificazione locale e la verifica alla liquefazione.

9.1 MAGNITUDO MASSIMA ATTESA E DISTANZA DELLA SORGENTE SISMOGENETICA

La stima della Magnitudo massima attesa nel sito in esame e della distanza della sorgente sismogenetica sono state eseguite facendo riferimento ai dati messi a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) accedendo al sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> ed inserendo, per individuare la zona di riferimento, le coordinate impiegate al Par. 7.1.

Sono poi stati visualizzati i punti sulla griglia come pure il grafico di disaggregazione impostando, per la verifica SLV, una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Si ottiene in tal modo una stima del valore medio di Magnitudo = 5,32 e di distanza dalla sorgente sismogenetica = 7,57 Km. come riportato nelle fig. 9-10.

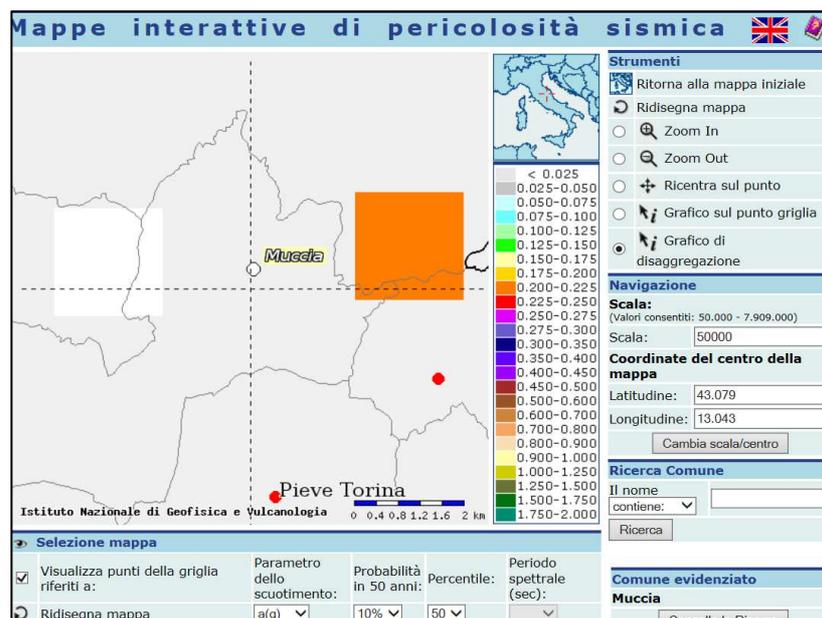
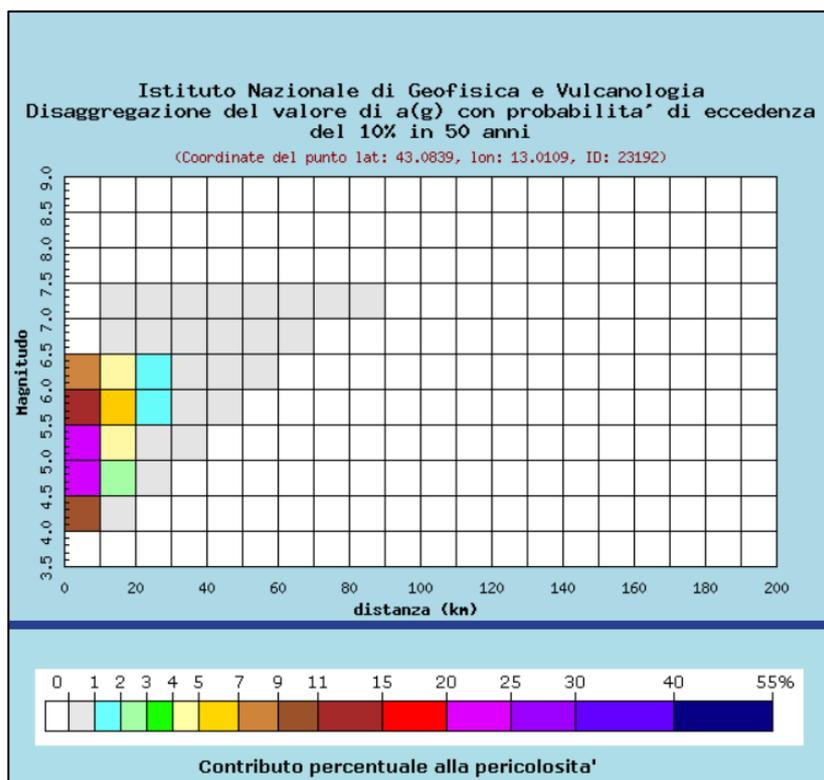


Fig. 9 Mappa interattiva di pericolosità sismica (tratta da INGV)



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.0839, lon: 13.0109, ID: 23192)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.920	24.600	20.600	14.400	7.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.259	2.000	4.230	5.590	4.680	0.630	0.360	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.002	0.225	1.080	1.580	0.608	0.436	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.440	0.285	0.258	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.066	0.119	0.141	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.034	0.066	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.026	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.320	7.570	1.050

Fig. 10 Tabelle della disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni con stima dei valori medi di magnitudo e di distanza dalla sorgente sismigenetica(tratta da INGV)

9.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono, secondo le NTC del 14.01.2008, le seguenti categorie del suolo di fondazione:

- A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B** 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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- C** 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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- D** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
- E** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
- S1** Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2** Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tramite indagine sismica a rifrazione, come riportato nella relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei, è stato possibile determinare il valore di V_s per i singoli intervalli investigati, fino alla profondità massima di 30 metri ed il conseguente **$V_{s30} \cong 481$ m/sec**. Le onde S mostrano un incremento graduale dei valori con la profondità nei primi 9-10 m circa ed un brusco incremento con al di sotto di tale profondità, fino a raggiungere valori superiori ai 1.000 m/s, a circa 17 m, interpretabili con la presenza di un substrato roccioso rigido, come si evince anche dal grafico riportato in figura 11. Pertanto il sottosuolo è classificabile come appartenente alla **categoria E**.

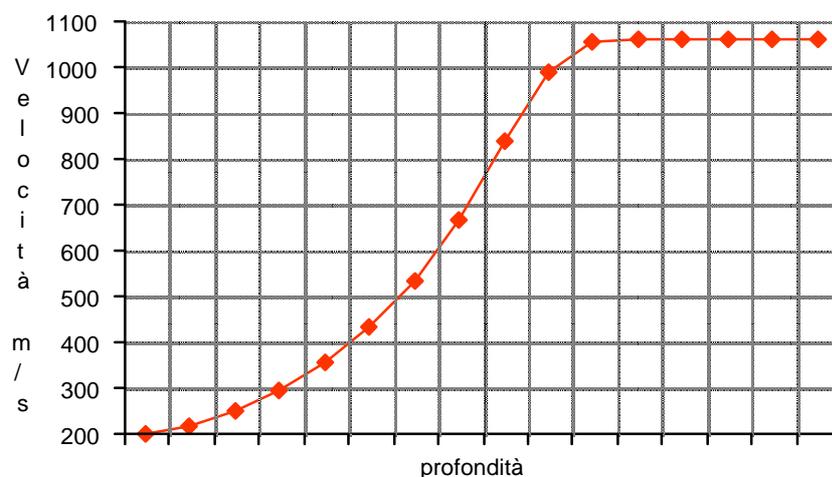


Fig. 11 Andamento velocità onde S in funzione della profondità (tratta dalla relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei)

Relativamente alle condizioni topografiche si rientra nella **categoria T1** in senso longitudinale all'area di intervento e nella **categoria T2** lungo i fianchi della valle dove si hanno pendenze media $> 15^\circ$.

9.3 PARAMETRI SISMICI

La tabella che segue riporta i valori dei parametri a_g (accelerazione orizz. max al sito), F_0 (valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizz.) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizz.) per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite da applicare per il sito in esame effettuata con il software "Geostru PS" (www.geostru.com).

Latitudine ED50 : 43,079868

Longitudine ED50 : 13,043753

Latitudine WGS84 : 43.078909

Longitudine WGS84 : 13.042822

Edificio classe : II (dato fornito dal Progettista)

Vita nominale : 50 anni (dato fornito dal Progettista)

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,070	2,412	0,275
Danno (SLD)	50	0,088	2,404	0,286
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,216	2,436	0,322
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,275	2,463	0,334
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

9.4 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA

Relativamente al coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica in condizioni SLV si ottiene:

$$S_s = 1,42$$

Per quanto concerne alle caratteristiche delle superficie topografica si potrà adottare un coefficiente $S_t=1,0$ in senso longitudinale all'area di intervento e $S_t=1,2$ lungo i fianchi.

9.5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI AMPLICAZIONE LOCALE E VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le situazioni che determinano effetti sismici locali sono principalmente riferibili alla presenza di una coltre giacente sopra al bedrock ed alla morfologia dell'area.

Relativamente alle condizioni morfologiche non si osservano situazioni particolari quali convessità del rilievo o situazioni legate alla geometria della cresta ma ci si riferisce unicamente ad un contesto di incisione valliva con conseguenti variazioni delle pendenze dei versanti. A tal proposito si rileva che la parte centrale di fondovalle presenta, lungo la direzione di massima pendenza, una blanda acclività media ($<15^\circ$) e quindi non è soggetta, secondo la normativa vigente, a fenomeni di amplificazione topografica. Al contrario i fianchi della vallecchia sono caratterizzati da pendenza media $\geq 15^\circ$, caso in cui è prevista l'applicazione di un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,2.

Relativamente alla presenza di terreni di copertura al Bedrock l'analisi sismica di terzo livello ha determinato un fattore di amplificazione $F_a = 2,4$ in condizioni di massimo spessore e quindi di massima amplificazione ed un valore di $PGA = 0,31$. In tale contesto, con diminuzione progressiva dello spessore della coltre verso i fianchi della valle e, in minor misura in direzione N-S, si avrà una graduale attenuazione dei valori del fattore di implicazione verso le zone con minor spessore.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (N.T.C. 28, Cap. 7.11.3.4.2):

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 10(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 10(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

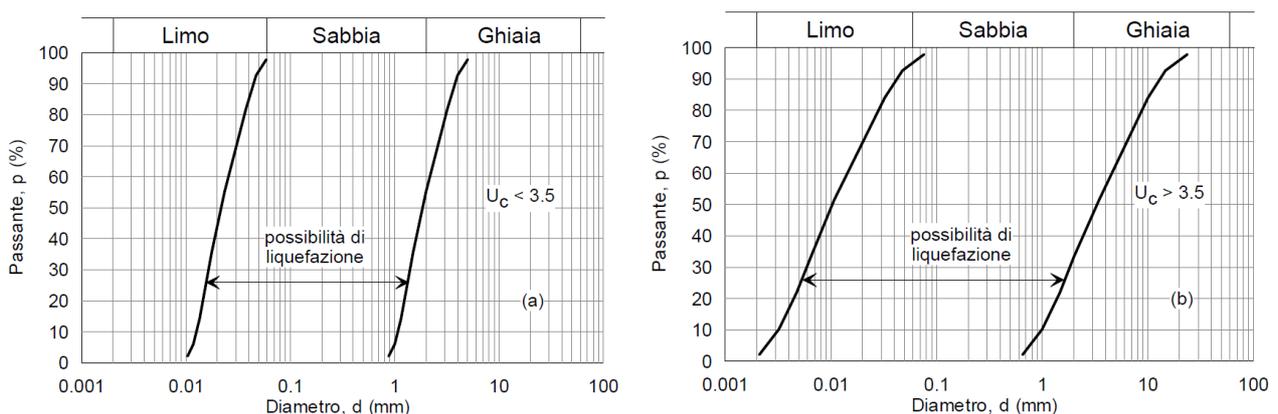


Fig. 12 Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

Non rientrando nei casi precedenti, per la verifica alla liquefazione si impiega il metodo di Seed & Idriss (1982) dove l'indice utilizzato è lo sforzo ciclico normalizzato definito come:

$$CSR_{7,5} = \frac{\tau}{\sigma'_o} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \cdot rd$$

σ'_o = tensione verticale efficace nella mezzaria

σ_o = tensione verticale totale nella mezzaria

a_{max} = accelerazione orizzontale max sviluppata in superficie

rd = coeff. di riduzione = $1 - 0,015 z$ (Iwasaki et al. 1978)

L'espressione è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5., per magnitudo diverse bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor):

$$CSR = CSR_{7,5}/MSF$$

dove per il fattore correttivo MSF si fa riferimento Andrus e Stokoe (1997).

Il Rapporto di Resistenza Ciclica CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi nella prova SPT, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$N_1 = C_N \cdot N_{spt}$$

Dove N_{SPT} è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e C_N un coefficiente correttivo che si determina dalla relazione:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

dove σ'_{vo} è la pressione verticale effettiva, Pa la pressione atmosferica (~ 100 kPa) espressa nelle stesse unità di σ'_{vo} ed n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno.

Si valuta il rapporto di resistenza ciclica CRR dall'abaco riportato in Figura 13 che rappresenta l'insieme dei valori di soglia (separazione tra liquefazione e non liquefazione) per un fissato valore della magnitudo.

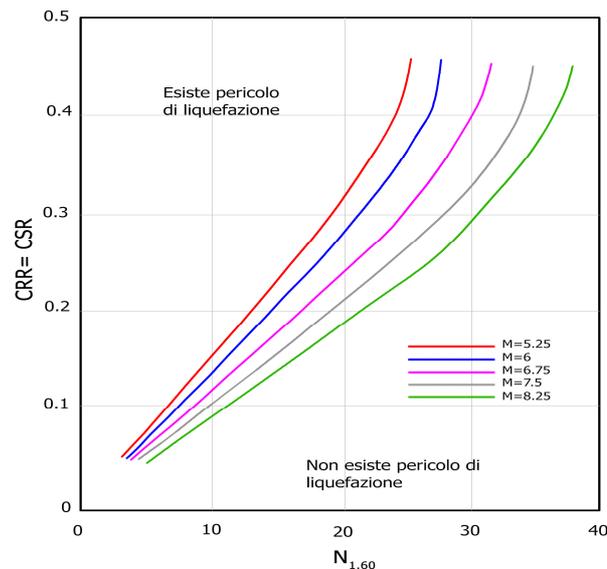


Fig. 13 Correlazione tra CRR e N160

Inoltre gli autori indicano, sulla base di esperienze giapponesi e per sabbie limose e limi, di incrementare il valore di N_1 di 7,5 colpi.

$$N_1 \text{ (corretto)} = N_1 + 7,5$$

Viene omessa la verifica dei sottili e molto addensati intervalli di terreno incoerente caratterizzato da frammenti lapidei (spessore < 1 m.) presenti nei sondaggi n° 1-2-3 e del livello alla prof. 12,30-18,00 m. nel sondaggio S14/pz contraddistinto da elevato grado di addensamento ($N_{spt} = 24$ -rifiuto 16 cm) e classificato dalle prove di laboratorio come limo argilloso sabbioso ghiaioso (descrizione AGI).

Si procede invece alla verifica dell'intervallo posto nel Sondaggio S14/pz alla profondità 6,00-10,15 m. classificato secondo la descrizione AGI come limo con sabbia argilloso ghiaioso (campione CR1).

La verifica, eseguita utilizzando il software "Liquiter" prodotto dalla Geostru, ed ha evidenziato, per magnitudo $M = 6,2$, il terreno come non liquefacibile.

Si riporta il risultato della verifica.

DATI GENERALI

FALDA

Profondità falda idrica 2,85 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,216

Fattore amplificazione 2,453

Tipo Suolo: E-Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido $V_{s30} \geq 800$ m/s

Morfologia: T2-Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,42

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1,0

Magnitudo momento sismico (M_w) 6,2

Distanza epicentro 7,5 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,31

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)
1	0	6	20	21	-
2	6	10,15	20	21	16

Dr (%)	Validità
0	Non valido
63	Valido per sabbie-limose e limi

Prof. dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficient e riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coeffi. di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
6,05	124,200	92,819	1,034	24,046	0,909	0,267	0,151	1,77	Terreno non suscettibile di liquefazione
6,25	128,400	95,057	1,023	23,869	0,906	0,265	0,152	1,75	Terreno non suscettibile di liquefazione
6,45	132,600	97,296	1,012	23,699	0,903	0,263	0,152	1,73	Terreno non suscettibile di liquefazione
6,65	136,800	99,535	1,002	23,534	0,900	0,261	0,153	1,71	Terreno non suscettibile di liquefazione
6,85	141,000	101,773	0,992	23,374	0,897	0,260	0,154	1,69	Terreno non suscettibile di liquefazione
7,05	145,200	104,012	0,982	23,219	0,894	0,258	0,155	1,67	Terreno non suscettibile di liquefazione
7,25	149,400	106,251	0,973	23,069	0,891	0,256	0,155	1,65	Terreno non suscettibile di liquefazione
7,45	153,600	108,489	0,964	22,924	0,888	0,255	0,156	1,64	Terreno non suscettibile di liquefazione
7,65	157,800	110,728	0,955	22,783	0,885	0,253	0,156	1,62	Terreno non suscettibile di liquefazione
7,85	162,000	112,967	0,947	22,646	0,882	0,252	0,157	1,61	Terreno non suscettibile di liquefazione
8,05	166,200	115,205	0,938	22,513	0,879	0,250	0,157	1,59	Terreno non suscettibile di liquefazione
8,25	170,400	117,444	0,930	22,383	0,876	0,249	0,157	1,58	Terreno non suscettibile di liquefazione
8,45	174,600	119,683	0,922	22,257	0,873	0,247	0,158	1,57	Terreno non suscettibile di liquefazione
8,65	178,800	121,921	0,915	22,135	0,870	0,246	0,158	1,56	Terreno non suscettibile di liquefazione
8,85	183,000	124,160	0,907	22,015	0,867	0,245	0,158	1,55	Terreno non suscettibile di liquefazione
9,05	187,200	126,399	0,900	21,899	0,864	0,243	0,158	1,54	Terreno non suscettibile di liquefazione
9,25	191,400	128,637	0,893	21,786	0,861	0,242	0,159	1,53	Terreno non suscettibile di liquefazione

9,45	195,600	130,876	0,886	21,675	0,858	0,241	0,159	1,52	Terreno non suscettibile di liquefazione
9,65	199,800	133,115	0,879	21,568	0,855	0,240	0,159	1,51	Terreno non suscettibile di liquefazione
9,85	204,000	135,354	0,873	21,462	0,852	0,238	0,159	1,50	Terreno non suscettibile di liquefazione
10,05	208,200	137,592	0,866	21,360	0,849	0,237	0,159	1,49	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Il risultato della verifica alla liquefazione è confermato da quanto verificato da Andrews & Martin (2000) che, con l'ausilio di prove di cicliche di laboratorio, hanno estrapolato la seguente tabella:

	Liquid Limit ¹ < 32	Liquid Limit ≥ 32
Clay Content ² < 10%	Susceptible	Further Studies Required <i>(Considering plastic non-clay sized grains – such as Mica)</i>
Clay Content ² ≥ 10%	Further Studies Required <i>(Considering non-plastic clay sized grains – such as mine and quarry tailings)</i>	Not Susceptible

Notes:

1. Liquid limit determined by Casagrande-type percussion apparatus.
2. Clay defined as grains finer than 0.002 mm.

Fig. 14 Suscettibilità alla liquefazione di limi e sabbie argillose (Andrews & Martin, 2000)

Nel nostro caso abbiamo una percentuale di granuli < 0,02 mm del 22 % circa ed un Limite Liquido pari al 36,9 % pertanto il terreno risulta non suscettibile alla liquefazione.

Ad analoghe conclusioni di non suscettibilità alla liquefazione si giunge per il campione CR2 prelevato alla profondità 15,30-15,65 m. dove si osserva un valore di W = 32,5 % ed una percentuale di fine leggermente superiore al 20 %.

10. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOMECCANICI

La campagna geognostica con prove in sito e di laboratorio ha consentito un'adeguata caratterizzazione del sottosuolo oggetto di studio.

Sono state individuate n° 3 Unità Litostratigrafiche e più precisamente:

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 1: si tratta della parte più superficiale del terreno attribuibile a riporti derivanti dallo scavo delle gallerie. Presenta spessore compreso tra 0,70 e 2,30 m. (misura riferibile alle zone più depresse) con massimi nei cumuli di circa 20 m.. In alcune aree può essere assente (in particolare nei fianchi della vallecchia) e litologicamente è costituita da frammenti lapidei marnosi, marnoso calcarei e calcareo marnosi in matrice limoso argillosa.

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 2: depositi prevalentemente limoso argillosi, di copertura al substrato roccioso, talora con frammenti lapidei per lo più a spigoli vivi che localmente possono essere prevalenti ed immersi in matrice limoso argillosa e/o limoso sabbioso argillosa. Tale unità presenta uno spessore che va da un minimo di circa 5 m. in corrispondenza della prova penetrometrica n° 3 ad un massimo di circa 15 m. nel sondaggio n° 1.

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 3: presente alla base dell'unità n° 2 è costituita da substrato roccioso, da fratturato a molto fratturato, di natura marnosa, marnoso calcarea e calcareo marnosa ascrivibile alle Formazioni della Scaglia Cinerea e del Bisciario. E' stata individuata ad una profondità compresa tra 5 m., in corrispondenza della prova penetrometrica n° 3 e 16,90 m. nel sondaggio n° 2.

Si riportano in tabulato le caratteristiche principali delle varie unità dedotte dalle prove in sito e di laboratorio e dalle S.P.T. per i terreni con frammenti lapidei prevalenti dell'unità n° 2 (valore minimo, max e medio tra parentesi):

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	SPESSORE M	γ T/MC	CU KG/CMQ	C' KG/CMQ	Φ' °	M KG/CMQ
N° 1 – Terreno di riporto derivante dallo scavo delle gallerie	0-20	1,86 1,99 (1,94)	-	0,035 0,075 (0,056)	29,3 30,6 (30)	-
N° 2 – Limo argilloso	5-15	1,80 1,93 (1,88)	0,37 1,25 (0,68)	0,075 0,156 (0,121)	22,2 28 (25,5)	34,84 217,39 (109,60)
N° 2 – Frammenti lapidei in matrice lim. arg. o lim. sabb.		1,80	-	-	39,5 47 (45)	-

I parametri dell'Unità litostratigrafica 3 sono stati ripresi dalla relazione dei Dott.ri Moreschi e Tesei.

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	γ T/MC	C KG/CMQ	Φ °
N° 3 – Substrato roccioso	2,20	> 0,1	30-32

11. VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO

Le verifiche sono state eseguite con il Programma "Slope" prodotto dalla Geostru, utilizzando il metodo di Morgenstern & Price ed il tipo di approccio (A2+M2+R2) come da NTC del 14.01.2008 utilizzando i coefficienti parziali per i parametri geomeccanici come da tab. 6.2.II riportata sotto.

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

E' stato adottato il seguente modello geomeccanico:

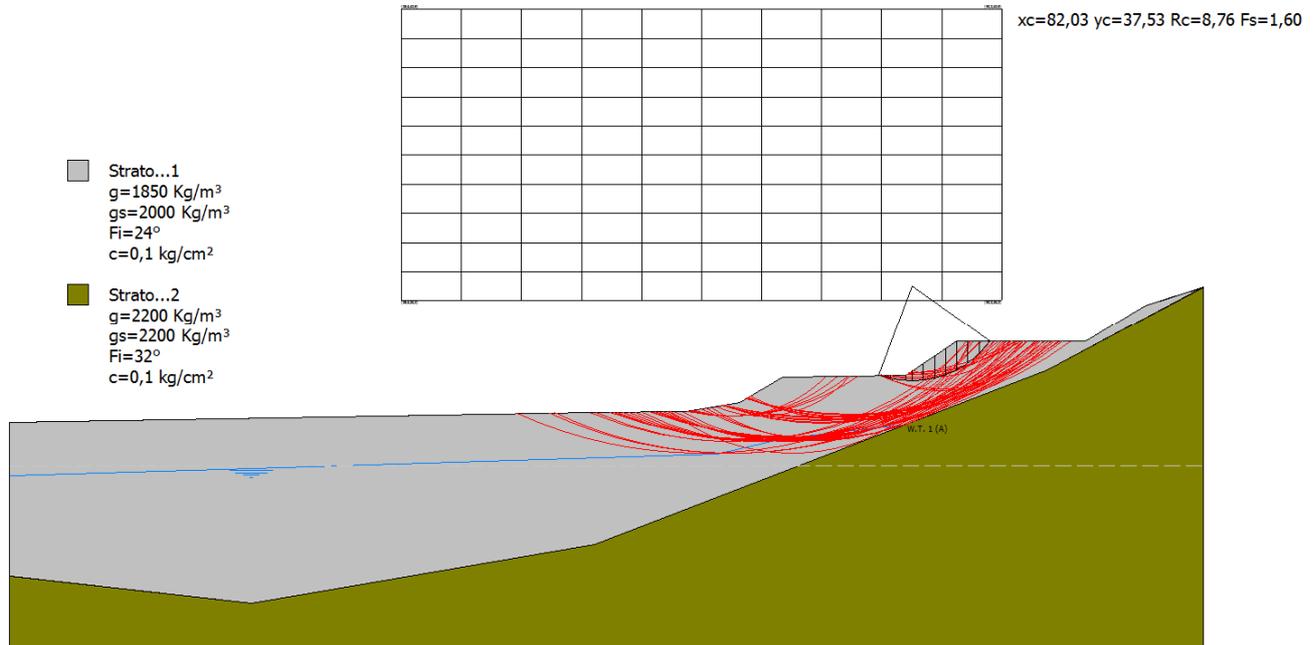
1. si considera il terreno come costituito da n° 2 o 3 strati corrispondenti alle unità litostratigrafiche precedentemente descritte;
2. è stato considerato un livello della falda più alto di quello misurato in campagna di 1-1,5 m.;
3. le verifiche sono condotte nelle condizioni attuali ed in termini di sforzi efficaci;
4. sono assunti i parametri sismici di cui al Cap. 9;
5. sono assunti i parametri geomeccanici caratteristici del terreno come Relazione Geotecnica;
6. sono state verificate le sezioni geologiche AA' e BB'.

Si riassumono in tabulato i risultati ottenuti:

SEZ. DI VERIFICA	Fs MINIMO
AA'	1,60
BB'	1,50
BB'	1,30
BB' pendio globale	1,92

Tutte le potenziali superfici di scorrimento ipotizzate nelle verifiche di stabilità hanno determinato valori minimi del coefficiente di sicurezza buoni con minimo di $F_s = 1,30$.

SEZIONE AA'


Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	35,61 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	36,19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	90,22 m
Ordinata vertice destro superiore ys	62,94 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,3248	0,2	0,027	0,0135
S.L.D.	1,6512	0,2	0,0337	0,0168
S.L.V.	3,6118	0,28	0,1031	0,0516
S.L.C.	4,066	0,28	0,1161	0,058

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,1031

Coefficiente azione sismica verticale

0,0516

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	25,02
2	53,15	25,89
3	61,48	25,97
4	66,43	26,8
5	70,27	29,15
6	81,53	29,33
7	86,09	32,43
8	97,86	32,43
9	103,28	35,71
10	108,6	37,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	20,17
2	22,0	20,81
3	64,33	22,08
4	70,35	23,48
5	81,66	24,8

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	11,01
2	22,0	8,48
3	53,15	13,9
4	94,4	29,8
5	108,6	37,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio

1,25

Coesione efficace

1,25

Coesione non drenata

1,4

Riduzione parametri geotecnici terreno

Si

Stratigrafia

Strato	Litologia	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	
1	Limo argilloso	0,10	24	1850	2000	
2	Substrato rocc.	0,1	32	2200	2200	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,6
Ascissa centro superficie	82,03 m
Ordinata centro superficie	37,53 m
Raggio superficie	8,76 m

Numero di superfici esaminate...(192)

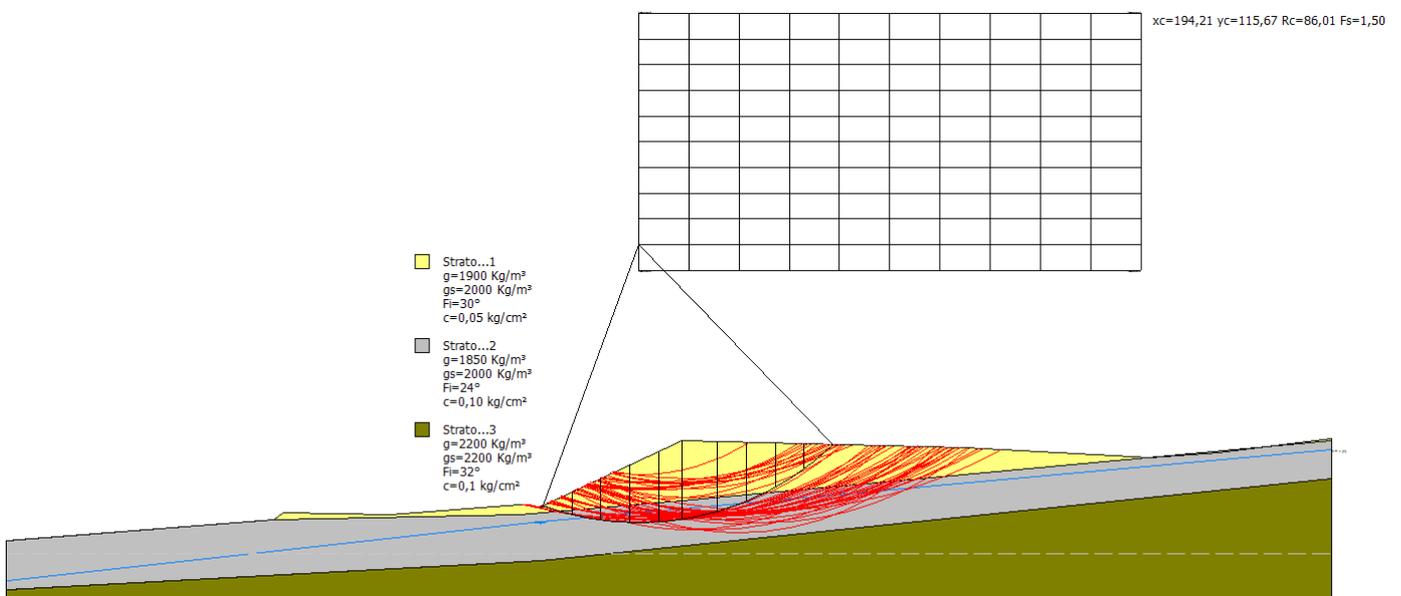
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	43,8	37,5	15,4	5,64
2	46,5	36,2	14,0	5,71
3	49,3	37,5	15,4	5,69
4	52,0	36,2	14,0	5,80
5	54,7	37,5	15,4	5,19
6	57,5	36,2	14,0	4,15
7	60,2	37,5	15,4	2,57
8	62,9	36,2	11,7	2,12
9	65,6	37,5	11,9	1,81
10	68,4	36,2	10,6	1,95
11	71,1	37,5	15,4	2,19
12	73,8	36,2	14,0	2,35
13	76,6	37,5	14,0	2,43
14	79,3	36,2	9,6	2,23
15	82,0	37,5	8,8	1,60
16	84,8	36,2	7,0	1,86
17	87,5	37,5	9,2	2,73
18	90,2	36,2	12,3	3,37
19	43,8	40,2	18,0	5,47
20	46,5	38,9	16,7	5,56
21	49,3	40,2	18,0	5,50
22	52,0	38,9	16,7	5,68
23	54,7	40,2	18,0	4,87
24	57,5	38,9	16,7	3,28
25	60,2	40,2	18,0	2,44
26	62,9	38,9	14,4	2,04
27	65,6	40,2	14,6	1,87
28	68,4	38,9	14,4	2,00
29	71,1	40,2	18,0	1,90
30	73,8	38,9	15,6	2,08
31	76,6	40,2	15,3	2,19
32	79,3	38,9	12,1	2,09
33	82,0	40,2	11,2	1,67
34	84,8	38,9	11,0	1,90
35	87,5	40,2	11,7	2,60
36	90,2	38,9	14,7	2,71
37	43,8	42,9	19,6	5,90
38	46,5	41,5	18,2	5,89
39	49,3	42,9	19,6	5,91
40	52,0	41,5	18,2	5,96
41	54,7	42,9	19,6	5,34
42	57,5	41,5	18,2	3,52
43	60,2	42,9	19,6	2,37
44	62,9	41,5	17,1	2,03
45	65,6	42,9	17,3	1,92
46	68,4	41,5	17,1	2,05

47	71,1	42,9	19,6	1,92
48	73,8	41,5	18,2	1,91
49	76,6	42,9	17,8	2,05
50	79,3	41,5	14,7	2,03
51	82,0	42,9	13,7	1,73
52	84,8	41,5	13,5	1,95
53	87,5	42,9	18,0	2,36
54	90,2	41,5	17,0	2,37
55	43,8	45,6	22,3	5,82
56	46,5	44,2	20,9	5,84
57	49,3	45,6	22,3	5,83
58	52,0	44,2	20,9	5,98
59	54,7	45,6	22,3	5,11
60	57,5	44,2	20,9	3,06
61	60,2	45,6	22,3	2,33
62	62,9	44,2	19,8	2,06
63	65,6	45,6	20,0	1,97
64	68,4	44,2	20,9	2,06
65	71,1	45,6	22,3	1,83
66	73,8	44,2	20,8	1,82
67	76,6	45,6	20,4	1,97
68	79,3	44,2	15,7	2,04
69	82,0	45,6	16,2	1,75
70	84,8	44,2	16,0	2,00
71	87,5	45,6	19,1	2,32
72	90,2	44,2	17,9	2,27
73	43,8	48,2	24,9	5,77
74	46,5	46,9	23,6	5,79
75	49,3	48,2	24,9	5,76
76	52,0	46,9	23,6	5,76
77	54,7	48,2	24,9	4,16
78	57,5	46,9	23,6	2,85
79	60,2	48,2	24,9	2,32
80	62,9	46,9	22,4	2,08
81	65,6	48,2	22,6	2,03
82	68,4	46,9	23,6	1,92
83	71,1	48,2	24,9	1,76
84	73,8	46,9	23,4	1,83
85	76,6	48,2	22,9	1,95
86	79,3	46,9	19,7	2,05
87	82,0	48,2	18,7	1,90
88	84,8	46,9	18,4	2,05
89	87,5	48,2	22,0	2,10
90	90,2	46,9	19,0	2,21
91	43,8	50,9	27,6	5,72
92	46,5	49,6	26,3	5,74
93	49,3	50,9	27,6	5,71
94	52,0	49,6	26,3	5,56
95	54,7	50,9	27,6	3,58
96	57,5	49,6	26,3	2,75
97	60,2	50,9	27,6	2,32
98	62,9	49,6	25,1	2,11
99	65,6	50,9	26,5	2,07
100	68,4	49,6	26,3	1,84
101	71,1	50,9	27,5	1,74
102	73,8	49,6	24,6	1,84
103	76,6	50,9	25,5	1,93
104	79,3	49,6	22,2	2,07
105	82,0	50,9	22,8	2,02
106	84,8	49,6	21,7	2,13
107	87,5	50,9	23,5	2,01
108	90,2	49,6	19,0	4,48
109	43,8	53,6	30,3	5,66
110	46,5	52,2	28,9	5,69
111	49,3	53,6	30,3	5,72
112	52,0	52,2	28,9	5,39

113	54,7	53,6	30,3	3,38
114	57,5	52,2	28,9	2,67
115	60,2	53,6	30,3	2,34
116	62,9	52,2	27,8	2,14
117	65,6	53,6	30,3	1,95
118	68,4	52,2	28,9	1,81
119	71,1	53,6	30,1	1,73
120	73,8	52,2	27,2	1,82
121	76,6	53,6	28,1	1,92
122	79,3	52,2	26,3	2,07
123	82,0	53,6	24,5	2,05
124	84,8	52,2	23,3	2,19
125	87,5	53,6	25,1	2,14
126	90,2	52,2	22,1	2,64
127	41,1	54,9	31,6	5,70
128	43,8	56,3	33,0	5,61
129	46,5	54,9	31,6	5,64
130	49,3	56,3	33,0	5,74
131	52,0	54,9	31,6	5,41
132	54,7	56,3	33,0	3,21
133	57,5	54,9	31,6	2,62
134	60,2	56,3	33,0	2,34
135	62,9	54,9	30,5	2,19
136	65,6	56,3	33,0	1,94
137	68,4	54,9	31,6	1,77
138	71,1	56,3	32,7	1,72
139	73,8	54,9	29,8	1,82
140	76,6	56,3	30,6	1,92
141	79,3	54,9	25,6	1,88
142	82,0	56,3	27,9	2,12
143	84,8	54,9	28,0	2,12
144	87,5	56,3	26,8	2,31
145	90,2	54,9	23,9	3,56
146	38,3	58,9	36,8	5,03
147	41,1	57,6	35,4	5,01
148	43,8	58,9	36,8	5,03
149	46,5	57,6	35,4	5,10
150	49,3	58,9	36,8	4,39
151	52,0	57,6	35,4	3,33
152	54,7	58,9	36,8	2,78
153	57,5	57,6	35,4	2,51
154	60,2	58,9	35,6	2,35
155	62,9	57,6	35,4	2,01
156	65,6	58,9	36,8	1,83
157	68,4	57,6	34,3	1,76
158	71,1	58,9	35,3	1,73
159	73,8	57,6	32,3	1,82
160	76,6	58,9	33,2	1,95
161	79,3	57,6	33,9	2,09
162	82,0	58,9	29,7	2,14
163	84,8	57,6	28,3	2,35
164	87,5	58,9	28,7	2,89
165	38,3	61,6	39,4	5,00
166	41,1	60,3	38,1	4,96
167	43,8	61,6	39,4	5,00
168	46,5	60,3	38,1	4,99
169	49,3	61,6	39,4	3,94
170	52,0	60,3	38,1	3,24
171	54,7	61,6	39,4	2,74
172	57,5	60,3	38,1	2,50
173	60,2	61,6	39,4	2,31
174	62,9	60,3	38,1	1,98
175	65,6	61,6	39,4	1,81
176	68,4	60,3	36,9	1,76
177	71,1	61,6	37,9	1,73
178	73,8	60,3	34,9	1,83

179	76,6	61,6	35,4	1,99
180	79,3	60,3	32,5	2,23
181	82,0	61,6	33,0	2,22
182	84,8	60,3	30,2	2,82
183	87,5	61,6	29,4	27,73
184	41,1	62,9	40,8	4,97
185	46,5	62,9	40,8	4,89
186	52,0	62,9	40,8	3,12
187	57,5	62,9	40,8	2,52
188	62,9	62,9	40,8	1,95
189	68,4	62,9	39,5	1,76
190	73,8	62,9	37,4	1,84
191	79,3	62,9	35,9	2,24
192	84,8	62,9	33,5	2,34

SEZIONE BB'



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	194,21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	107,73 m
Ascissa vertice destro superiore xs	348,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	187,16 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50,0 [anni]
 Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0859
 Coefficiente azione sismica verticale 0,043

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	84,84	32,61
4	117,65	32,11
5	157,64	35,34
6	164,21	34,62
7	207,39	55,02
8	294,59	52,85
9	351,35	49,85
10	372,42	51,45
11	407,3	55,7

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	11,78
2	164,21	30,1
3	407,3	52,12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	82,18	30,6
4	157,64	32,23
5	207,39	36,48
6	407,3	55,05

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	8,9
2	164,21	17,78
3	407,3	43,33

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Litologia	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	
1	riporto	0,05		30	1900	2000	
2	Limo argilloso	0,10		24	1850	2000	
3	Substrato rocc.	0,1		32	2200	2200	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,5
Ascissa centro superficie	194,21 m
Ordinata centro superficie	115,67 m
Raggio superficie	86,01 m

Numero di superfici esaminate....(209)

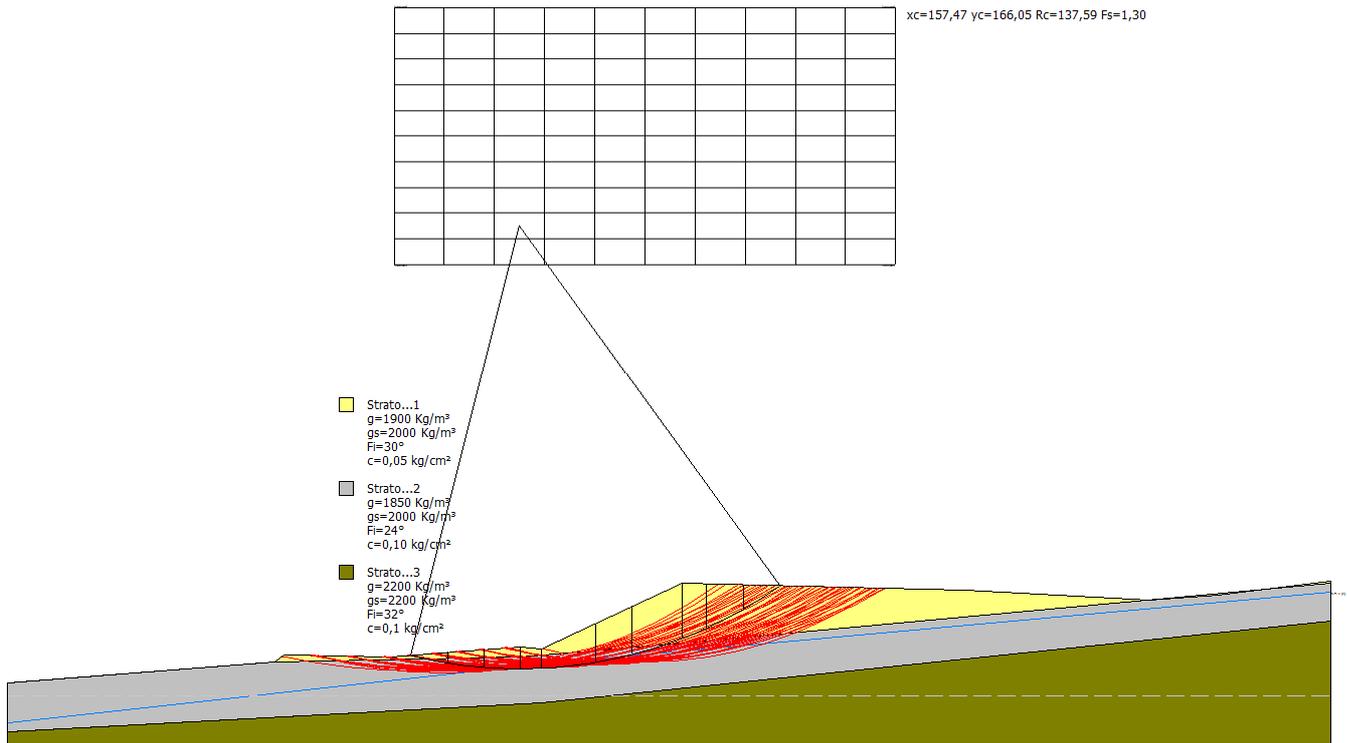
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	194,2	107,7	63,1	1,72
2	201,9	111,7	74,7	2,17
3	209,6	107,7	80,4	1,98
4	217,4	111,7	84,1	2,31
5	225,1	107,7	81,3	2,76
6	232,8	111,7	85,0	3,29
7	240,5	107,7	82,2	4,74
8	248,2	111,7	85,8	5,93
9	255,9	107,7	81,5	8,24
10	263,7	111,7	78,7	8,34
11	271,4	107,7	74,1	8,59
12	279,1	111,7	77,4	8,66
13	286,8	107,7	72,8	9,19
14	294,5	111,7	76,0	9,69
15	302,3	107,7	71,5	10,55
16	310,0	111,7	74,7	10,68
17	317,7	107,7	78,9	11,22
18	325,4	111,7	82,5	9,45
19	333,1	107,7	71,3	6,71
20	340,8	111,7	70,7	6,01
21	348,6	107,7	65,3	4,42
22	194,2	115,7	86,0	1,50
23	201,9	119,6	79,8	2,20
24	209,6	115,7	78,2	2,67
25	217,4	119,6	81,7	3,29
26	225,1	115,7	80,1	3,57
27	232,8	119,6	91,5	3,26
28	240,5	115,7	88,7	3,94
29	248,2	119,6	92,5	4,55
30	255,9	115,7	89,4	7,30
31	263,7	119,6	80,0	8,81

32	271,4	115,7	81,9	8,45
33	279,1	119,6	85,2	8,50
34	286,8	115,7	80,6	9,00
35	294,5	119,6	83,8	9,50
36	302,3	115,7	79,3	10,29
37	310,0	119,6	82,5	10,45
38	317,7	115,7	78,0	10,47
39	325,4	119,6	81,2	8,94
40	333,1	115,7	76,5	7,59
41	340,8	119,6	83,1	6,01
42	348,6	115,7	76,1	3,78
43	194,2	123,6	93,8	1,52
44	201,9	127,6	97,2	1,76
45	209,6	123,6	83,3	2,72
46	217,4	127,6	97,1	2,38
47	225,1	123,6	94,3	2,73
48	232,8	127,6	98,0	3,25
49	240,5	123,6	95,2	3,98
50	248,2	127,6	99,0	4,48
51	255,9	123,6	96,2	6,27
52	263,7	127,6	99,9	8,26
53	271,4	123,6	89,7	8,34
54	279,1	127,6	93,0	8,35
55	286,8	123,6	88,4	8,86
56	294,5	127,6	91,6	9,34
57	302,3	123,6	87,1	9,60
58	310,0	127,6	90,3	10,23
59	317,7	123,6	85,8	9,67
60	325,4	127,6	98,2	8,41
61	333,1	123,6	82,1	8,70
62	340,8	127,6	89,0	5,15
63	348,6	123,6	81,0	4,22
64	194,2	131,6	91,7	1,90
65	201,9	135,5	105,0	1,77
66	209,6	131,6	89,9	2,77
67	217,4	135,5	104,1	2,40
68	225,1	131,6	100,8	2,76
69	232,8	135,5	104,6	3,38
70	240,5	131,6	101,8	3,96
71	248,2	135,5	105,5	4,52
72	255,9	131,6	102,7	5,68
73	263,7	135,5	106,4	6,74
74	271,4	131,6	95,8	8,65
75	279,1	135,5	99,3	8,74
76	286,8	131,6	96,2	8,74
77	294,5	135,5	99,4	9,22
78	302,3	131,6	94,9	9,49
79	310,0	135,5	106,7	9,62
80	317,7	131,6	93,6	9,04
81	325,4	135,5	105,2	7,16
82	333,1	131,6	97,0	6,45
83	340,8	135,5	95,1	5,49
84	348,6	131,6	87,2	4,71
85	194,2	139,5	99,4	1,94
86	201,9	143,5	112,8	1,79
87	209,6	139,5	97,5	2,79
88	217,4	143,5	111,9	2,39
89	225,1	139,5	107,5	2,91
90	232,8	143,5	111,1	3,42
91	240,5	139,5	108,3	3,98
92	248,2	143,5	112,0	4,64
93	255,9	139,5	109,2	5,64
94	263,7	143,5	112,9	6,67
95	271,4	139,5	100,9	8,78
96	279,1	143,5	104,4	9,07
97	286,8	139,5	102,8	9,09

98	294,5	143,5	106,3	9,29
99	302,3	139,5	102,7	9,39
100	310,0	143,5	114,6	9,20
101	317,7	139,5	110,4	8,77
102	325,4	143,5	111,0	7,41
103	333,1	139,5	94,1	13,00
104	194,2	147,4	107,0	1,98
105	201,9	151,4	109,9	2,35
106	209,6	147,4	116,2	2,06
107	217,4	151,4	108,0	3,52
108	225,1	147,4	115,3	2,88
109	232,8	151,4	106,1	6,01
110	240,5	147,4	114,8	4,02
111	248,2	151,4	118,5	4,71
112	255,9	147,4	115,7	5,66
113	263,7	151,4	119,4	6,70
114	271,4	147,4	116,7	7,88
115	279,1	151,4	120,4	9,37
116	286,8	147,4	117,6	9,38
117	294,5	151,4	111,3	10,08
118	302,3	147,4	109,7	9,48
119	310,0	151,4	122,2	8,83
120	317,7	147,4	109,1	8,66
121	325,4	151,4	117,0	6,74
122	333,1	147,4	109,2	5,47
123	340,8	151,4	107,9	5,96
124	194,2	155,4	124,9	1,62
125	201,9	159,4	117,5	2,40
126	209,6	155,4	124,0	2,07
127	217,4	159,4	115,6	3,54
128	225,1	155,4	123,1	2,85
129	232,8	159,4	113,8	5,94
130	240,5	155,4	122,1	3,98
131	248,2	159,4	125,6	4,79
132	255,9	155,4	122,2	5,73
133	263,7	159,4	126,0	6,76
134	271,4	155,4	123,2	7,85
135	279,1	159,4	126,9	9,21
136	286,8	155,4	124,1	8,80
137	294,5	159,4	116,4	10,69
138	302,3	155,4	114,8	10,47
139	310,0	159,4	128,8	9,04
140	317,7	155,4	115,7	9,08
141	325,4	159,4	123,3	5,83
142	340,8	159,4	114,6	6,79
143	194,2	163,3	132,7	1,64
144	201,9	167,3	136,1	1,83
145	209,6	163,3	131,8	2,08
146	217,4	167,3	135,2	2,38
147	225,1	163,3	130,8	2,83
148	232,8	167,3	134,3	3,28
149	240,5	163,3	116,6	7,88
150	248,2	167,3	133,3	4,69
151	255,9	163,3	129,0	5,79
152	263,7	167,3	132,5	7,10
153	271,4	163,3	129,7	7,90
154	279,1	167,3	133,4	9,17
155	286,8	163,3	130,6	8,05
156	294,5	167,3	134,3	8,12
157	302,3	163,3	119,9	11,45
158	310,0	167,3	135,3	8,49
159	317,7	163,3	129,7	7,80
160	325,4	167,3	128,3	6,97
161	333,1	163,3	122,1	6,46
162	348,6	163,3	114,1	11,64
163	194,2	171,3	140,5	1,66

164	201,9	175,2	143,9	1,85
165	209,6	171,3	128,0	2,92
166	217,4	175,2	143,0	2,38
167	225,1	171,3	126,1	4,50
168	232,8	175,2	142,1	3,25
169	240,5	171,3	137,7	3,80
170	248,2	175,2	141,1	4,60
171	263,7	175,2	140,2	6,89
172	271,4	171,3	136,2	8,27
173	279,1	175,2	139,9	8,43
174	286,8	171,3	137,1	8,17
175	294,5	175,2	126,6	11,80
176	302,3	171,3	138,1	7,15
177	310,0	175,2	140,9	7,05
178	317,7	171,3	134,6	7,03
179	325,4	175,2	133,5	8,42
180	333,1	171,3	127,5	8,52
181	340,8	175,2	127,2	12,62
182	194,2	179,2	148,3	1,68
183	201,9	183,2	151,7	1,87
184	209,6	179,2	147,3	2,10
185	217,4	183,2	150,8	2,38
186	225,1	179,2	146,4	2,75
187	232,8	183,2	149,8	3,23
188	240,5	179,2	131,9	7,73
189	248,2	183,2	148,9	4,52
190	255,9	179,2	144,6	5,46
191	263,7	183,2	148,0	6,70
192	271,4	179,2	143,6	8,11
193	279,1	183,2	147,0	9,39
194	286,8	179,2	128,2	11,48
195	294,5	183,2	131,7	14,14
196	302,3	179,2	144,6	7,45
197	310,0	183,2	145,9	7,83
198	317,7	179,2	139,7	8,20
199	325,4	183,2	138,9	11,47
200	333,1	179,2	132,9	12,85
201	194,2	187,2	145,1	2,19
202	209,6	187,2	155,1	2,11
203	225,1	187,2	154,2	2,74
204	240,5	187,2	153,3	3,68
205	255,9	187,2	152,3	5,33
206	271,4	187,2	151,4	7,86
207	286,8	187,2	150,5	8,68
208	302,3	187,2	151,1	7,83
209	317,7	187,2	144,9	10,22

SEZIONE BB'



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	118,88 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	154,14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	273,23 m
Ordinata vertice destro superiore ys	233,57 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0859

Coefficiente azione sismica verticale 0,043

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	84,84	32,61
4	117,65	32,11
5	157,64	35,34
6	164,21	34,62
7	207,39	55,02
8	294,59	52,85
9	351,35	49,85
10	372,42	51,45
11	407,3	55,7

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	11,78
2	164,21	30,1
3	407,3	52,12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	82,18	30,6
4	157,64	32,23
5	207,39	36,48
6	407,3	55,05

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	8,9
2	164,21	17,78
3	407,3	43,33

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Sì

Stratigrafia

Strato	Litologia	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	
1	riporto	0,05		30	1900	2000	
2	Limo argilloso	0,10		24	1850	2000	
3	Substrato rocc.	0,1		32	2200	2200	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,3
Ascissa centro superficie	157,47 m
Ordinata centro superficie	166,05 m
Raggio superficie	137,59 m

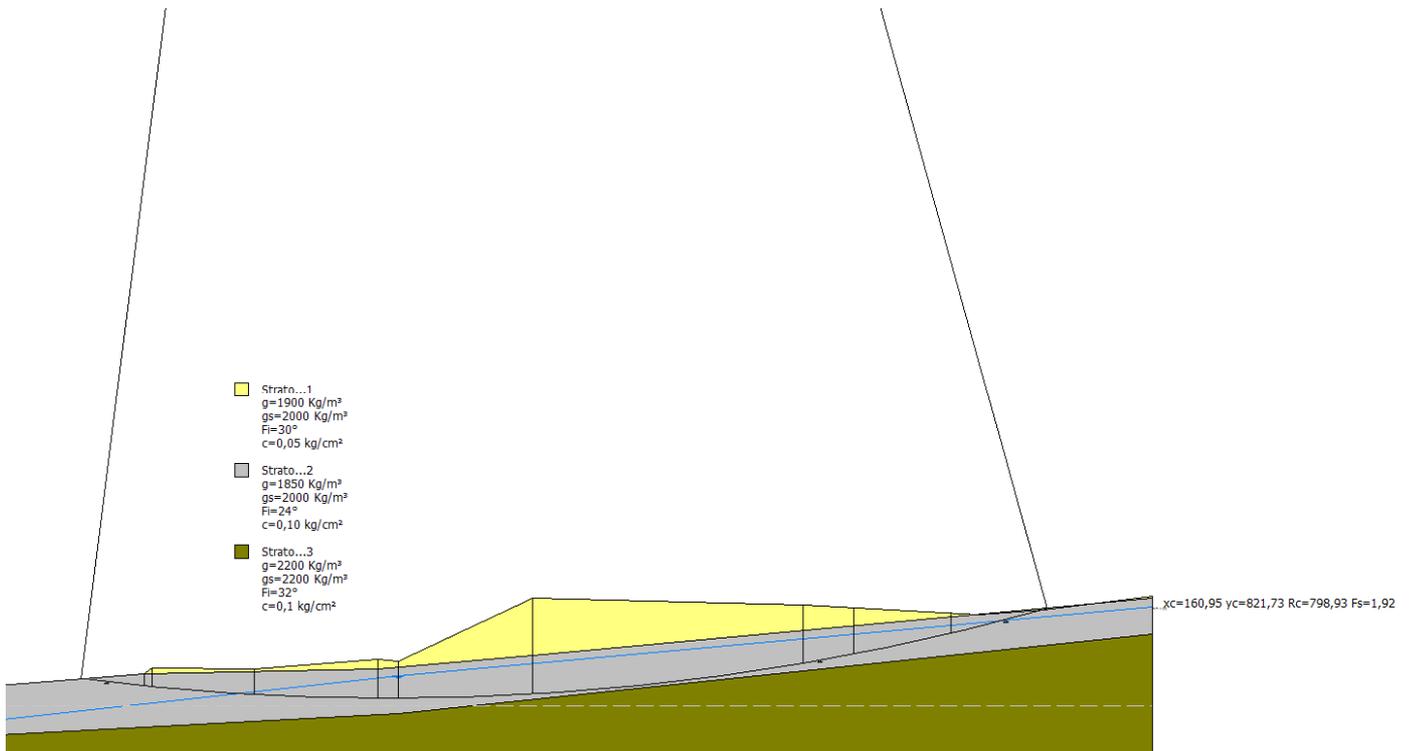
Numero di superfici esaminate....(148)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	165,2	154,1	125,4	1,31
2	172,9	158,1	128,9	1,37
3	180,6	154,1	124,5	1,42
4	188,3	158,1	127,9	1,53
5	196,1	154,1	123,6	1,65
6	203,8	158,1	127,0	1,87
7	211,5	154,1	122,7	2,14
8	219,2	158,1	126,1	2,46
9	226,9	154,1	121,7	2,90
10	234,6	158,1	125,2	3,46
11	242,4	154,1	120,8	4,16
12	250,1	158,1	124,2	5,05
13	257,8	154,1	121,3	5,92
14	265,5	158,1	112,1	9,38
15	273,2	154,1	122,3	8,11
16	118,9	162,1	136,0	3,08
17	126,6	166,1	139,5	1,90
18	157,5	166,1	137,6	1,30
19	180,6	162,1	132,3	1,44
20	188,3	166,1	135,7	1,55
21	196,1	162,1	131,4	1,67
22	211,5	162,1	130,4	2,14
23	219,2	166,1	133,9	2,46
24	226,9	162,1	129,5	2,88
25	234,6	166,1	132,9	3,41
26	242,4	162,1	128,6	4,04
27	250,1	166,1	132,0	4,93
28	257,8	162,1	127,8	6,04
29	265,5	166,1	131,6	7,13
30	273,2	162,1	128,8	8,14
31	118,9	170,0	143,8	2,74
32	126,6	174,0	147,2	1,79
33	134,3	170,0	142,9	1,53
34	142,0	174,0	146,3	1,39
35	165,2	170,0	141,0	1,37
36	172,9	174,0	144,4	1,42
37	196,1	170,0	139,2	1,70
38	203,8	174,0	142,6	1,90
39	219,2	174,0	141,7	2,46
40	226,9	170,0	137,3	2,86

41	234,6	174,0	140,7	3,37
42	242,4	170,0	136,4	3,95
43	250,1	174,0	139,8	4,82
44	257,8	170,0	135,4	5,89
45	265,5	174,0	138,9	7,26
46	273,2	170,0	135,3	8,49
47	134,3	178,0	150,7	1,51
48	142,0	181,9	154,1	1,40
49	149,8	178,0	149,7	1,35
50	157,5	181,9	153,2	1,35
51	165,2	178,0	148,8	1,39
52	172,9	181,9	152,2	1,44
53	180,6	178,0	147,9	1,50
54	188,3	181,9	151,3	1,64
55	211,5	178,0	146,0	2,16
56	219,2	181,9	149,4	2,46
57	242,4	178,0	144,1	3,88
58	250,1	181,9	147,6	4,73
59	257,8	178,0	143,2	5,72
60	265,5	181,9	146,6	7,03
61	273,2	178,0	142,3	8,47
62	118,9	185,9	159,4	2,21
63	126,6	189,9	162,8	1,75
64	149,8	185,9	157,5	1,37
65	157,5	189,9	160,9	1,38
66	172,9	189,9	160,0	1,47
67	180,6	185,9	155,7	1,52
68	188,3	189,9	159,1	1,66
69	196,1	185,9	154,7	1,74
70	203,8	189,9	158,1	1,94
71	211,5	185,9	153,8	2,17
72	219,2	189,9	157,2	2,46
73	226,9	185,9	152,9	2,83
74	234,6	189,9	156,3	3,31
75	257,8	185,9	151,0	5,57
76	265,5	189,9	154,4	6,84
77	273,2	185,9	150,1	8,21
78	134,3	193,9	166,2	1,50
79	142,0	197,8	169,7	1,41
80	165,2	193,9	164,4	1,42
81	172,9	197,8	167,8	1,49
82	196,1	193,9	162,5	1,76
83	203,8	197,8	165,9	1,96
84	219,2	197,8	165,0	2,47
85	226,9	193,9	160,6	2,83
86	234,6	197,8	164,1	3,28
87	242,4	193,9	159,7	3,82
88	250,1	197,8	163,1	4,58
89	273,2	193,9	157,9	7,98
90	118,9	201,8	174,9	1,92
91	126,6	205,8	178,4	1,71
92	149,8	201,8	173,1	1,45
93	157,5	205,8	176,5	1,43
94	180,6	201,8	171,2	1,56
95	188,3	205,8	174,6	1,70
96	211,5	201,8	169,4	2,19
97	219,2	205,8	172,8	2,47
98	242,4	201,8	167,5	3,79
99	250,1	205,8	170,9	4,52
100	257,8	201,8	166,6	5,37
101	265,5	205,8	170,0	6,53
102	126,6	213,7	186,1	1,69
103	134,3	209,7	181,8	1,50
104	142,0	213,7	185,2	1,43
105	165,2	209,7	179,9	1,45
106	172,9	213,7	183,4	1,53

107	196,1	209,7	178,1	1,80
108	203,8	213,7	181,5	1,99
109	211,5	209,7	177,1	2,21
110	226,9	209,7	176,2	2,93
111	234,6	213,7	179,6	3,25
112	257,8	209,7	174,3	5,28
113	265,5	213,7	177,8	6,38
114	273,2	209,7	173,4	7,59
115	118,9	217,7	190,5	1,84
116	126,6	221,7	193,9	1,68
117	134,3	217,7	189,6	1,51
118	142,0	221,7	193,0	1,45
119	149,8	217,7	188,6	1,42
120	157,5	221,7	192,1	1,47
121	180,6	217,7	186,8	1,60
122	188,3	221,7	190,2	1,75
123	211,5	217,7	184,9	2,22
124	219,2	221,7	188,3	2,49
125	242,4	217,7	183,1	3,74
126	250,1	221,7	186,5	4,42
127	273,2	217,7	181,2	7,43
128	118,9	225,6	198,3	1,80
129	126,6	229,6	201,7	1,66
130	134,3	225,6	197,4	1,51
131	142,0	229,6	200,8	1,51
132	149,8	225,6	196,4	1,43
133	157,5	229,6	199,9	1,50
134	165,2	225,6	195,5	1,49
135	172,9	229,6	198,9	1,58
136	188,3	229,6	198,0	1,77
137	196,1	225,6	193,6	1,87
138	203,8	229,6	197,1	2,03
139	226,9	225,6	191,8	2,90
140	234,6	229,6	195,2	3,28
141	257,8	225,6	189,9	5,15
142	265,5	229,6	193,3	6,18
143	134,3	233,6	205,1	1,52
144	165,2	233,6	203,3	1,51
145	196,1	233,6	201,4	1,89
146	211,5	233,6	200,5	2,25
147	242,4	233,6	198,6	3,71
148	273,2	233,6	196,8	7,16

SEZIONE BB' GLOBALE


Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	58,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	123,43 m
Ascissa vertice destro superiore xs	58,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	226,06 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]
Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,0859

Coefficiente azione sismica verticale

0,043

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	84,84	32,61
4	117,65	32,11
5	157,64	35,34
6	164,21	34,62
7	207,39	55,02
8	294,59	52,85
9	351,35	49,85
10	372,42	51,45
11	407,3	55,7

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	11,78
2	164,21	30,1
3	407,3	52,12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	24,14
2	82,18	30,6
3	82,18	30,6
4	157,64	32,23
5	207,39	36,48
6	407,3	55,05

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	8,9
2	164,21	17,78
3	407,3	43,33

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Sì

Stratigrafia

Strato	Litologia	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	
1	riporto	0,05		30	1900	2000	
2	Limo argilloso	0,10		24	1850	2000	
3	Substrato rocc.	0,1		32	2200	2200	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,92
Ascissa centro superficie	160,95 m
Ordinata centro superficie	821,73 m
Raggio superficie	798,93 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

$$xc = 160,949 \quad yc = 821,734 \quad Rc = 798,927 \quad Fs = 1,917$$

$$\text{Lambda} = 0,218$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	20,46	-6,4	20,58	76340,61
2	2,66	-5,56	2,67	24915,9
3	32,81	-4,29	32,9	446508,5
4	39,99	-1,67	40,01	810412,6
5	6,57	0,0	6,57	155604,2
6	43,18	1,78	43,2	1807038,0
7	87,2	6,48	87,76	4390599,0
8	16,46	10,23	16,73	538552,8
9	31,17	11,97	31,86	660385,4
10	31,17	14,27	32,16	168076,6

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	7273,74	33329,14	0,0	0,0	68916,68	21395,85	0,0
2	11634,91	53312,58	7273,74	33329,14	19794,89	4793,45	0,0
3	34346,42	157379,5	11634,91	53312,58	436845,8	94901,55	0,0
4	57925,73	265422,7	34346,42	157379,5	660616,3	139445,5	159525,6
5	55578,77	254668,6	57925,73	265422,7	119126,5	24876,81	45516,23
6	77367,1	354505,4	55578,77	254668,6	1477406,0	292546,1	382735,3
7	55601,5	254772,8	77367,1	354505,4	3634961,0	712038,0	877325,9
8	39930,2	182965,0	55601,5	254772,8	427613,5	86436,8	117721,5
9	20824,82	95421,84	39930,2	182965,0	514861,1	108962,3	144491,3
10	17844,64	81766,3	20824,82	95421,84	159458,4	43049,71	6205,68

12. CONCLUSIONI

La campagna geognostica eseguita ha consentito una puntuale caratterizzazione e modellazione geologica del sito.

L'area in esame non presenta dissesti in atto e rimane al di fuori dalla zona, ubicata sul versante occidentale, perimetrata dal PAI come frana e classificata a rischio moderato.

Tutte le potenziali superfici di scorrimento ipotizzate nelle verifiche di stabilità hanno determinato valori minimi del coefficiente di sicurezza buoni con minimo di $F_s = 1,3$.

Pertanto, da quanto verificato, si può affermare che il sito è idoneo dal punto di vista geologico, alla realizzazione dell'intervento di progetto.

Si segnala:

1. i valori di coesione non drenata del terreno rilevati nei sondaggi n° 1-2-3 con le misure di pocket penetrometer e di vane test sono significativamente più elevati di quanto verificato sia nelle indagini di repertorio (S14) che nelle prove penetrometriche e di laboratorio;
2. non è stato possibile verificare la presenza o meno della falda nell'area interessata dalle baracche per chiusura del foro prima dell'installazione del piezometro, pertanto non se ne esclude la presenza anche se, all'atto delle indagini, la scarpata di valle delle baracche non presentava venute di acqua;
3. la presenza della falda, stando alle misure fatte nel Giugno 2015 e in maggior ragione in funzione di un suo probabile innalzamento in concomitanza di periodi piovosi e durante la stagione primaverile-invernale, ad una profondità tale da interferire con gli sbancamenti definitivi di progetto; si consiglia pertanto la realizzazione di interventi di drenaggio a monte degli sbancamenti mirati al mantenimento della falda ad una profondità tale da garantire idonee condizioni di stabilità.

Si allegano:

- report parametri sismici
- stratigrafie sondaggi eseguiti dalla CAM perforazioni con documentazione fotografica e stratigrafie sondaggi di repertorio
- prove di laboratorio di repertorio (terreno in posto e terreno di riporto)

Allegato fuori testo:

- Planimetria ubicazione indagini scala 1:2000 e sezioni geologiche scala 1:500

Dott. Geol. Luca Ugolini



ALLEGATI

REPORT PARAMETRI SISMICI

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 43,079868

longitudine: 13,043753

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 23192 Lat: 43,0839 Lon: 13,0109 Distanza: 2709,298

Sito 2 ID: 23193 Lat: 43,0842 Lon: 13,0793 Distanza: 2927,632

Sito 3 ID: 23415 Lat: 43,0342 Lon: 13,0797 Distanza: 5856,812

Sito 4 ID: 23414 Lat: 43,0339 Lon: 13,0113 Distanza: 5749,330

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,070 g

Fo: 2,412

Tc*: 0,275 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,088 g

Fo: 2,404

Tc*: 0,286 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,216 g

Fo: 2,436

Tc*: 0,322 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,275 g

Fo: 2,463

Tc*: 0,334 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,600
Cc: 1,930
St: 1,200
Kh: 0,027
Kv: 0,013
Amax: 1,319
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600
Cc: 1,900
St: 1,200
Kh: 0,034
Kv: 0,017
Amax: 1,664
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,420
Cc: 1,810
St: 1,200
Kh: 0,103
Kv: 0,052
Amax: 3,616
Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,250
Cc: 1,780
St: 1,200
Kh: 0,116
Kv: 0,058
Amax: 4,052
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 43.078909

longitudine: 13.042822

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S14/PZ

ANNO 2006

SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.		SONDAGGIO										Foglio n°	
Committente: VALDICHIENTI S.C.p.A. Commessa: QUADRILATERO UMBRIA MARCHE MAXILOTTO 1 SS77 - Sublotti 1.2-2.1 Ubicazione: Planimetria Prog. Def. tav. 12/13 Profondità: 32,00 m Coordinate:		Il geologo: G. Iannibelli Quota s.l.m.:										N° SD14/pz 1	
Data inizio: 20.06.2006 Data fine: 21.06.2006		Quota s.l.m.:										N° giunti aperti per metro	
Data: 20/06/2006		Metodo di perforazione: ROTAZIONE AD ASTE - CAROTAGGIO CONTINUO										N° giunti chiusi per metro	
Rivelamento:		RIVESTIMENTO METALLICO Ø 127										N° giunti str per metro	
Manovra di carotaggio:		-2,10 -4,30 -5,00 -5,45 -6,80										N° disc. per metro	
Tipo e diametro carotere:		SMPlice Ø 101										Grado di fratturazione (7)	
Profondità (m)		1 1,20 2 3 4 4,40 5 6 6,00 7										Grado di alterazione (5)	
Stratigrafia												Riempimento (6)	
Descrizione		Terreno vegetale limo-sabbioso, poco addensato, di nocciola, incudente fustoli vegetali e clasti millimetrici di varia natura Limo sabbioso con abbondanti clasti spigolosi di dimensioni da millimetriche a centimetriche, di colore da marrone a nocciola, da poco a mediamente consistente, con presenza di materiale carbonioso, con intercalati livelletti di colore nerastro Argilla limosa, con frequenti clasti spigolosi di dimensioni da centimetriche a pluricentimetriche, con presenza di noduli di sabbia e materiale carbonioso, di colore grigio-nerastro con striature avana, a media consistenza Argilla sabbiosa, a tratti limosa, con frequenti clasti spigolosi spesso alterati fino a sabbia, di colore da grigio-avana a grigio-verdastro, mediamente consistente										Apertura (4)	
Vane test (kg/cm³)		1,0 1,5 1,0 1,6 1,5 0,8 1,0 1,0										JCS (3)	
Pocket penetrometer		1,0 1,5 1,0 1,6 1,5 0,8 1,0 1,0										JRC (2)	
SPT		4-7-5										Discontinuità (1)	
Profondità (m)		1,60 2,50 3,20 3,60 4,70 5,00 5,45 6,10 6,70										Profondità discontinuità (m)	
% carotaggio		ROD										ROD (%)	
ROD		ROD										Profondità discontinuità (m)	
Profondità discontinuità (m)		1,20 - str 4,40 - str 6,00 - str										JCS (3)	
Apertura (4)		JRC (2)										Riempimento (6)	
Riempimento (6)		JCS (3)										Grado di alterazione (5)	
Grado di alterazione (5)		JRC (2)										Grado di fratturazione (7)	
Grado di fratturazione (7)		Discontinuità (1)										N° disc. per metro	
N° disc. per metro		Profondità discontinuità (m)										N° giunti str per metro	
N° giunti chiusi per metro		Profondità (m)										N° giunti aperti per metro	
N° giunti aperti per metro		Stratigrafia										Spaziatura (8)	
Spaziatura (8)		Descrizione										Prove di permeabilità	
Prove di permeabilità		Vane test (kg/cm³)										Livelli di falda giornalieri	
Livelli di falda giornalieri		Pocket penetrometer										2,85 (2) 4,00 (1)	

SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.		Committente: VALDICHIENTI S.C.p.A.		SONDAGGIO		Foglio n° 3	
Data inizio: 20.06.2006		Commissa: QUADRILATERO UMBRIA MARCHE MAXILOTTO 1 SS77 - Sublotti 1.2-2.1		N° SD14/pz		Il geologo: G. Iannibelli	
Data fine: 21.06.2006		Ubicazione: Planimetria Prog. Def. tav. 12/13 Profondità: 32,00 m Coordinate: Quota s.l.m.:		N° giunti str per metro		N° giunti chiusi per metro	
Data		20/06/2006		N° disc. per metro		N° giunti aperti per metro	
Metodo di perforazione		ROTAZIONE AD ASTE - CAROTAGGIO CONTINUO		Grado di fratturazione (7)		Spaziatura (8)	
Tipo e diametro carotere		SEMPLICE Ø 101		Grado di alterazione (5)		Prove di permeabilità	
Manovra di carotaggio		15,00 - 15,31 - 16,30 - 16,30 - 18,00 - 19,30 - 20,80		Apertura (4)		PROVA LEFRANC	
Rivestimento		RIVESTIMENTO METALLICO Ø 127		JCS (3)		N° gunti str per metro	
Campioni		CR2 CR3		JRC (2)		N° gunti chiusi per metro	
Scala 1:50		15 16 17 18 19 20 21		Discontinuità (1)		N° gunti aperti per metro	
Profondità (m)		18,00		Profondità discontinuità (m)		N° gunti chiusi per metro	
Stratigrafia				RQD (%)		N° gunti str per metro	
Descriptione		<p>Sabbia con ghiaia e ciottoli, da debolmente argillosa a argillosa, con ciasti a spigoli vivi calcarenitici e memosi, spesso alterati, a medio addensamento, di colore da grigio-aviana con striature bluastre a grigio-bluastro</p> <p>Alternanza di matra argillosa e matra arenacea, molto fratturate, spesso triturate, di colore grigio-verdastro, tra -21,0 e -21,1,1 grosso nodulo di selce nera</p>		RQD		N° gunti str per metro	
Vane test (kg/cm ²)				RQD (Scheda)		N° gunti str per metro	
Pocket penetrometer (kg/cm ²)				SPT		N° gunti str per metro	
SPT		24-R16		Profondità (m)		N° gunti str per metro	
Profondità (m)		15,00 - 15,31		% carotaggio		N° gunti str per metro	

**STRATIGRAFIE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGI CAM PERFORAZIONI ANNO 2015**

Committente <u>VAL DI CHIANTI S.P.A.</u> Commessa <u>15/44S</u> Località <u>COMUNE DI MUCCIA (MC)</u> Carotiere <u>101 mm</u> Cantiere <u>IMPIANTO SPORTIVO</u> Rivestimento <u>127 mm</u> Data Inizio <u>25/05/2015</u> Data Fine <u>27/05/2015</u>	SONDAGGIO SONDA S2 CMV MK 600F
	ml 20,00
	Il geologo
	Dott. LUCA UGOLINI

Scala 1:100	Profondità'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotiere Rivestimento [127 mm]	Pocket [Kg/cmq]	Vane test [Kg/cmq]	SPT	Campioni	Piezometro 40 mm	Falda
1		2.30		Ripporto costituito da elementi marnosi per lo più in disfacimento e marnoso calcarei in matrice limoso argillosa							
2	2.30					3.90	1.40				
3						4.30	1.40				
4						4.30	0.90				
5		5.20		Limo argilloso marrone, marrone scuro alla base, con piccoli inclusi lapidei a tratti prevalenti		2.30	1.20	4.00	SH1		
6						2.20	1.20	4.85	6-8-5		
7						3.30	1.50				5.57
8	7.50					2.50	1.80		6.60	SH2	
9	7.70	0.20		Limo argilloso marrone passante a pastello con inclusi lapidei in alternanza con frammenti lapidei a spigoli vivi ed in subordine arrotondati in matrice limoso argilloso sabbiosa. Frammenti lapidei prevalenti a 7,50-7,70 e 8,20-8,70 m.				8.20	CS1		
10	9.25	1.55						10-17-23			
11	10.00	0.75		Frammenti lapidei per lo più arrotondati e prevalentemente < 1 cm in matrice limoso sabbioso argilloso e limoso argilloso sabbiosa				8.65			
12	12.00	2.00				3.00	1.60				
13				Limo argilloso grigio e grigio plumbeo, plastico, con elevata concentrazione di elementi lapidei tra 10-12 m.		1.50	0.70				
14						1.90	0.90				
15		4.90				2.00	0.90				
16						2.50	1.80				
17	16.90					2.80	1.60				
18	18.00	1.10		Limo argilloso con marne alterate (probabile substrato alterato)		1.70	1.20				
19						2.70	1.60				
20	20.00	2.00		Marna color grigio fratturata e molto fratturata	doppio 101 mm + diamante	2.10	1.20				



S1 0-5 m.



S1 5-10 m.



S1 10-15 m.



S1 15-20 m.



S2 0-5 m.



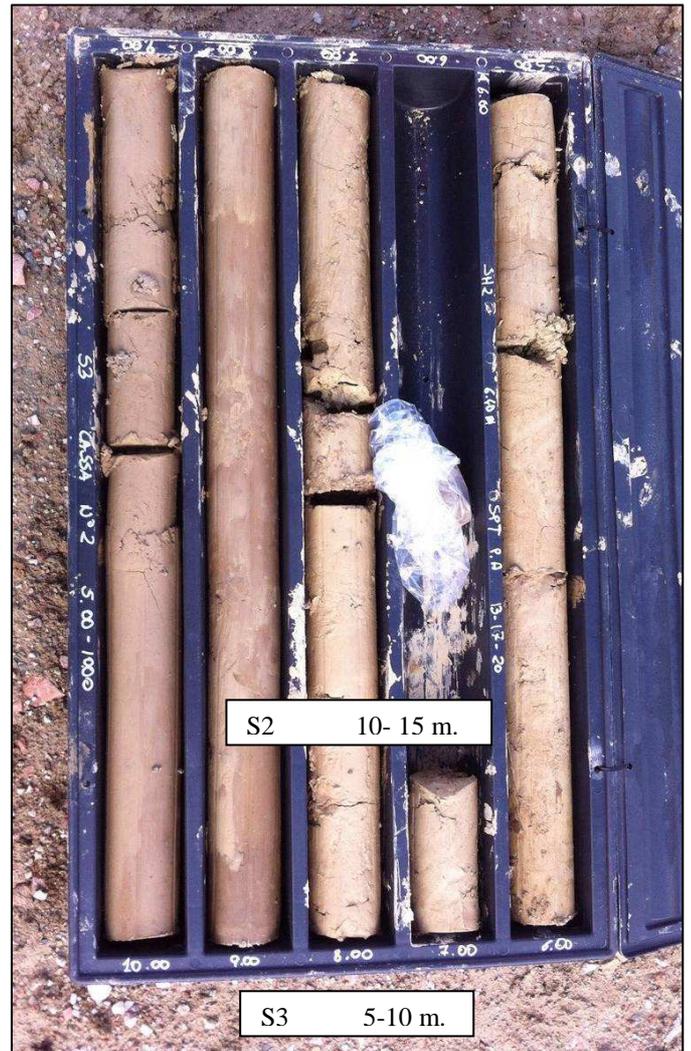
S2 5-10 m.



S2 10-15 m.

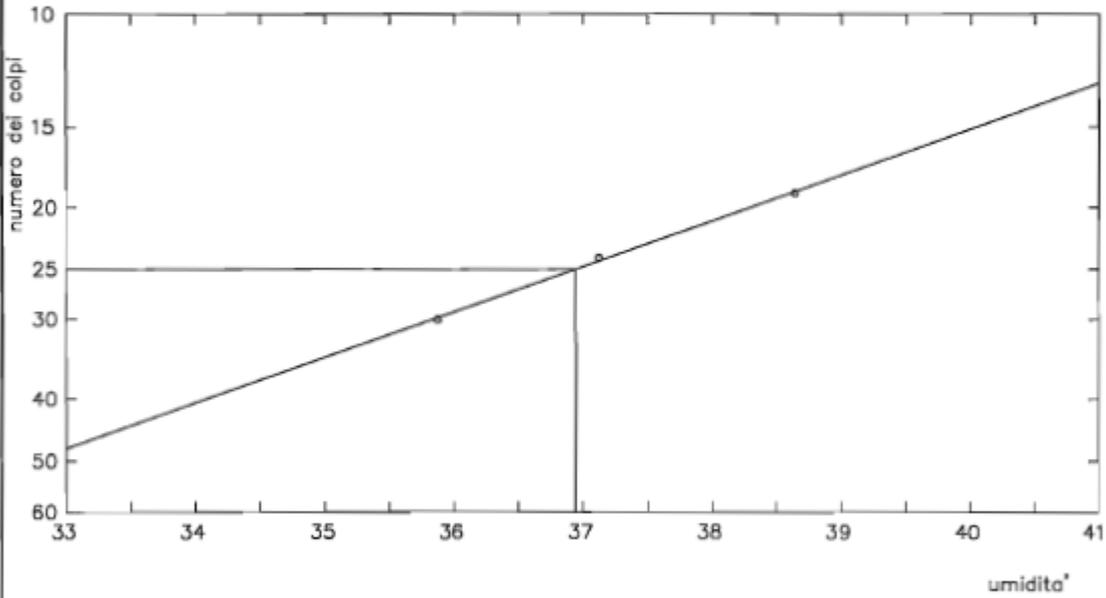


S2 15-20 m.

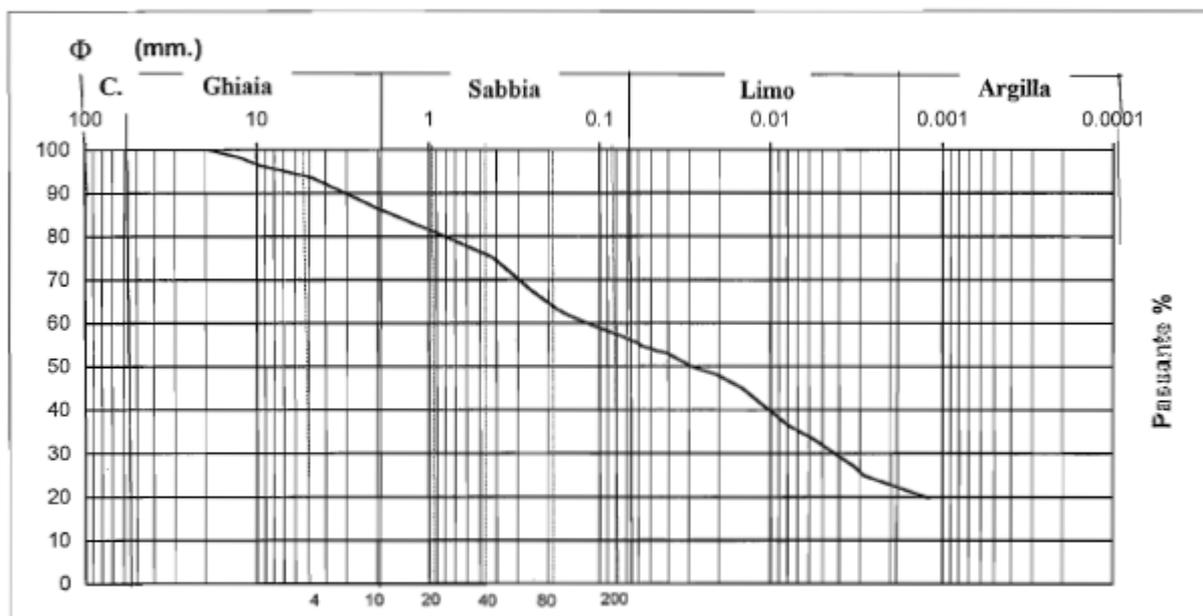


**PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI
TERRENO PRELEVATI NEL SONDAGGIO S14/PZ
ANNO 2006**

Committente	VAL DI CHIANTI		GEOEMME 2	
Lavoro	QUADRIL. sub. 1.2-2.1		SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONSOLIDAMENTI	
Data	GIU. 2006		RIMINI	
Rif.	06329			
Sond n. SD 14 Camp n. 1 r da m. 7.3 a m. 7.7				
SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE				
DESCRIZIONE: LIMO ARGILLOSO VERDASTRO INGLOBANTE, LOCALMENTE, DETRITO CALCAREO ETEROMETRICO. MEDIAMENTE CONSISTENTE.				
CARATTERISTICHE GENERALI		LIMITI DI CONSISTENZA		
		Limite di liquidita'	Wl =	36.9 %
		Limite di plasticita'	Wp =	19.7 %
		Indice di plasticita'	Ip =	17.2
GRANULOMETRIA		RESISTENZA		
Ghiale (2 - 60 mm)	= 13.4 %	Compressione semplice ELL	qu =	1.74 Kg/cm ²
Sabbia (0.6 - 2 mm)	= 31.3 %		ε =	6.49 %
Limo (0.002 - 0.6 mm)	= 32.5 %	Pocket Penetrom.	qu =	1.5 - 2.5 Kg/cm ²
Argilla (< 0.002 mm)	= 22.8 %	Vane Test	Cu =	0.6 - 0.8 Kg/cm ²
OSSERVAZIONI: CLASSIFICAZ. CNR-UNI 10006: A 6				

Committente	VAL DI CHIANTI		 GEOEMME 2 SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONSOLIDAMENTI RIMINI		
Lavoro	QUADRIL. sub. 1.2-2.1				
Data	GIU. 2006				
Rif.	06329				
Sond n.	SD 14	Camp n.	1 r	da m. 7.3	a m. 7.7
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG					
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova N.		1	2	3	
Umidita' W	%	38.64	37.12	35.87	
Numero di colpi		19	24	30	
					
LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova N.		1	2	3	
Umidita' W	%	19.84	19.78	19.56	
Limite di liquidita'		Wi = 36.9 %			
Limite di plasticita'		Wp = 19.7 %			
Indice di plasticita'		Ip = 17.2			

GEO EMME 2	Committente	VAL DI CHIANTI	Sondaggio n°	SD 14
	Cantiere	QUADRILATERO	Campione n°	1 r
	Località	sublotto 1.2-2.1	Prof. (m.)	7.3 - 7.7
	Data	GIU. 2006	Riferimento	6329
ANALISI GRANULOMETRICA CUMULATIVA				
<input type="checkbox"/> VIA SECCA <input checked="" type="checkbox"/> VIA UMIDA				

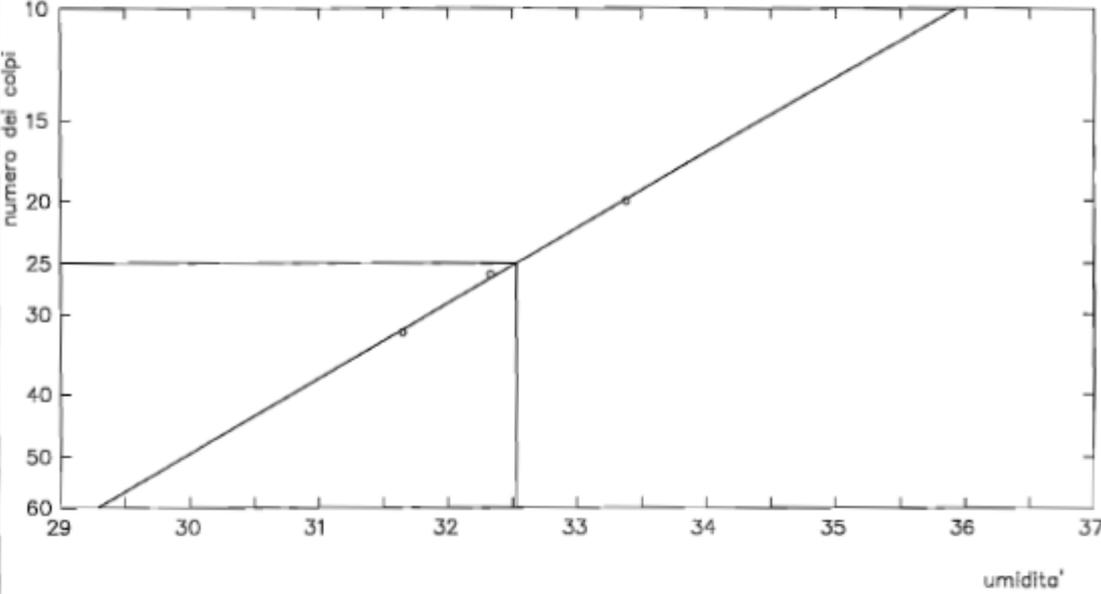


Descrizione AGI
LIMO CON SABBIA
ARGILLOSO, GHIAIOSO

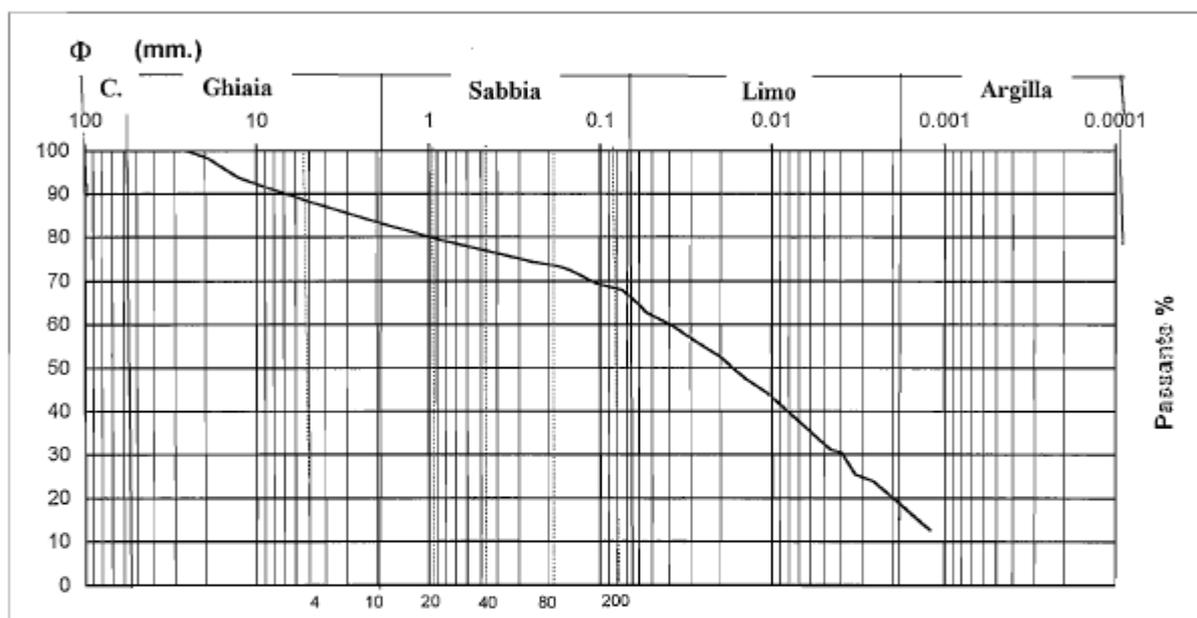
Classificazione CNR-UNI 10006

	Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
d10 (mm)	%	%	%	%	%
d15 (mm)	0.0	13.4	31.3	32.5	22.8
d60 (mm)	0.13				
d85 (mm)	1.6				
	Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =				

Committente	VAL DI CHIANTI		GEOEMME 2	
Lavoro	QUADRIL. sub. 1.2-2.1		SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONSOLIDAMENTI	
Data	GIU. 2006		RIMINI	
Rif.	06329			
Sond n. SD 14 Camp n. 2 da m. 15.3 a m. 15.65				
SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE				
DESCRIZIONE: DETRITO ETEROMETRICO MARNOSO IN ABBONDANTE MATRICE LIMO-ARGILLOSA.				
CARATTERISTICHE GENERALI			LIMITI DI CONSISTENZA	
			Limite di liquidita'	Wl = 32.5 %
			Limite di plasticita'	Wp = 16.7 %
			Indice di plasticita'	Ip = 15.8
GRANULOMETRIA			RESISTENZA	
Ghiaia (2 - 60 mm)	=	16.5 %	Pocket Penetrom.	qu =N.D. Kg/cmq
Sabbia (0.6 - 2 mm)	=	18.8 %		
Limo (0.002 - 0.6 mm)	=	44.6 %		
Argilla (< 0.002 mm)	=	20.1 %	Vane Test	Cu =N.D. Kg/cmq
TAGLIO C.D.				
angolo di attrito	φ' =	22.6	Coesione	C' = 0.27 Kg/cmq
angolo di attrito residuo	φ_r =		Coesione residua	Cr = Kg/cmq
OSSERVAZIONI: PROVA DI TAGLIO ESEGUITA SU CAMPIONE RICOSTITUITO PASSANTE AL 40. CLASSIFICAZ. CNR-UNI 10006: A 2-6				

Committente	VAL DI CHIANTI			GEOEMME 2	
Lavoro	QUADRIL. sub 1.2-2.1			SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONSOLIDAMENTI	
Data	GIU. 2006			RIMINI	
Rif.	06329				
Sond n. SD 14			Camp n. 2	da m. 15.3	a m. 15.65
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG					
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova N.		1	2	3	
Umidita' W	%	33.38	32.33	31.65	
Numero di colpi		20	26	32	
					
LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova N.		1	2	3	
Umidita' W	%	16.61	16.63	16.82	
Limite di liquidita'		Wl = 32.5 %			
Limite di plasticita'		Wp = 16.7 %			
Indice di plasticita'		Ip = 15.8			

GEO EMME 2	Committente	VAL DI CHIANTI	Sondaggio n°	SD 14
	Cantiere	QUADRILATERO	Campione n°	2
	Località	sublotto 1.2-2.1	Prof. (m.)	15.3-15.65
	Data	GIU. 2006	Riferimento	6329
	ANALISI GRANULOMETRICA CUMULATIVA			
<input type="checkbox"/> VIA SECCA			<input checked="" type="checkbox"/> VIA UMIDA	



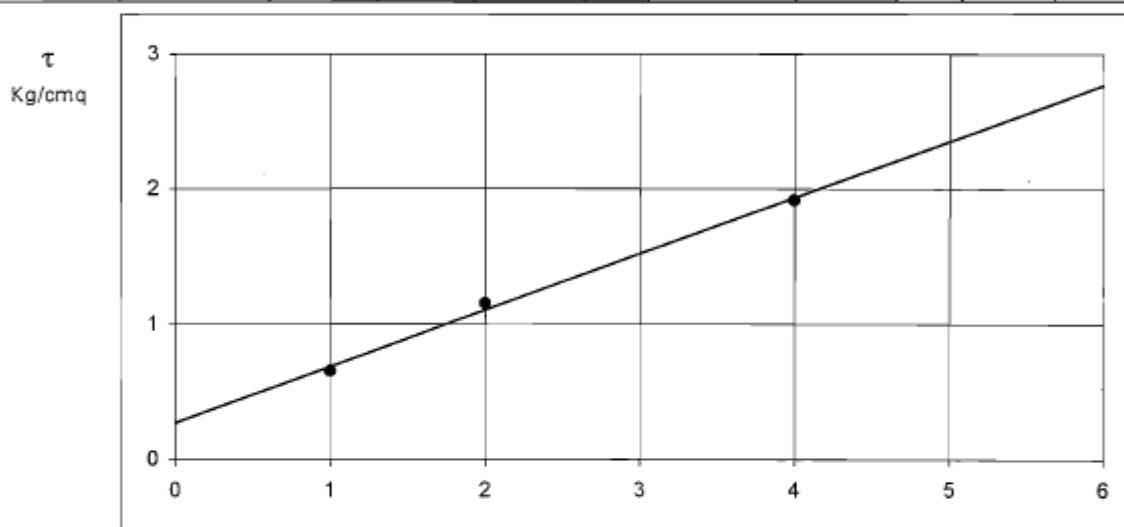
Descrizione AGI
LIMO ARGILLOSO
SABBIOSO, GHIAIOSO

Classificazione CNR-UNI 10006

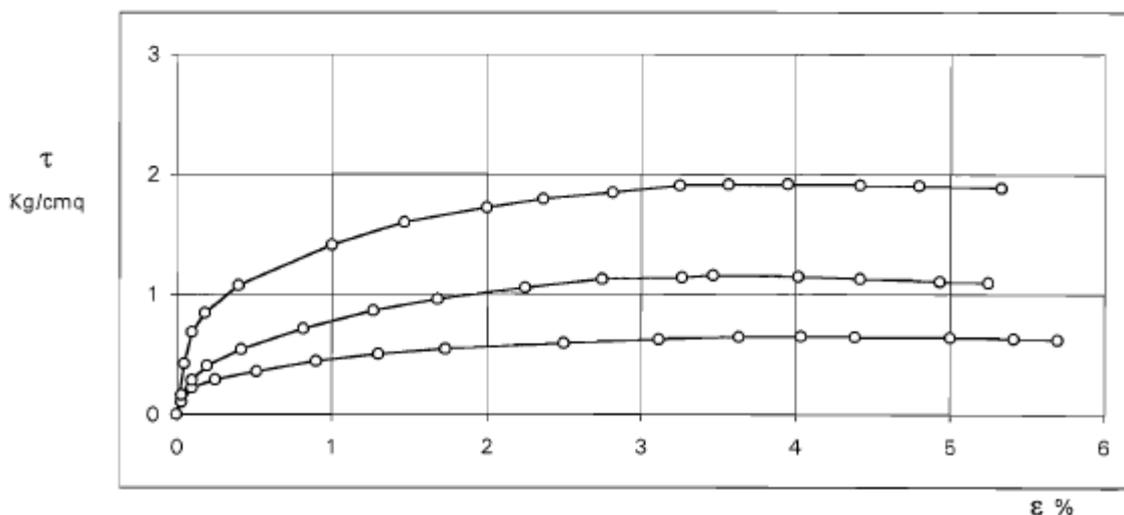
	Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
d10 (mm)	%	%	%	%	%
d15 (mm)	0.0	16.5	18.8	44.6	20.1
d60 (mm)	0.04	Coefficiente di uniformità (d60/d10) U =			
d85 (mm)	2.5				

GEO EMME 2	Committente VAL DI CHIEN TI	Sondaggio n SD 14
	Cantiere QUADRILATERO	Campione n° 2
	Località sublotto 1.2-2.1	Prof. (m.) 15.3 - 15.65
	Data GIU. 2006	Riferimento 6329
PROVA DI TAGLIO RICOSTITUITO CASAGRANDE (C. D.)		

Provino N.	Dimensioni iniziali		Consolidamento			Fase di rottura			Valori di rottura	
	Ø (mm)	H (mm)	dt (ore)	dh (mm)	σ	v (mm/min)	dt (h.m)	σ	ε %	τ
Provino N. 1	60	22	72	0	1	0.006	7.45	1	5.700	0.652
Provino N. 2	60	22	72	0	2	0.006	7.55	2	5.250	1.153
Provino N. 3	60	22	72	0	4	0.006	8.10	4	5.333	1.917



Coesione $C' = 0.27$ Kg/cmq Angolo d'attrito $\phi' = 22.6^\circ$



**PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI
TERRENO DI RIPORTO PRESENTE NEL SITO**

Val di Chienti S.C.p.A.	Soggetto Aggiudicatore	Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.
	Alta Sorveglianza	Quadrilatero S.p.A.
RELAZIONE DI QUALIFICA	Direzione Lavori	Technital
	Opera	MAXILOTTO N° 1
CODICE DOCUMENTO: LO703.XX.E.Q.GENER.00.SGQ.RLQ.733.A		pag. 1 di 5

Relazione di qualifica del materiale per
ritombamenti e rimodellamenti morfologici,
scavato nelle Gall. Maddalena e Costafiore,
(Scaglia Cinerea e Marne a Fucoidi),
stoccato nell'Area ST17- GLF

Terra: **Ghiaio-argillosa 0-100 mm**

Gruppo: **A2**

Sottogruppo: **A2-6**

Fornitore: VAL DI CHIANTI S.C.p.A. (Cantiere GLF)

D							
C							
B							
A	EMISSIONE	<i>V. Grappi</i>	04.07.13	<i>B. Fabbri</i>	04.07.13	<i>[Signature]</i>	10/02/13
REV	DESCRIZIONE	EMESSO RCC	DATA	VERIFICATO DG	DATA	APPROVATO	DATA
VAL di CHIANTI S.C. p.A.						DL	

Val di Chienti S.C.p.A.	Soggetto Aggiudicatore	Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.
	Alta Sorveglianza	Quadrilatero S.p.A.
RELAZIONE DI QUALIFICA	Direzione Lavori	Technital
	Opera	MAXILOTTO N° 1
	CODICE DOCUMENTO: LO703.XX.E.Q.GENER.00.SGQ.RLQ.733.A	
		pag. 2 di 5

Relazione di qualifica del materiale per
 ritombamenti e rimodellamenti morfologici, scavato
 nelle Gall. Maddalena e Costafiore,
 (Scaglia Cinerea e Marne a Fucoidi),
 stoccato nell'Area ST17- GLF

INDICE

1 INTRODUZIONE.....3

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....3

3 CARATTERISTICHE LITO-PETROGRAFICHE DEL MATERIALE.....3

4 CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE PRELEVATO: ST17.03.06.13.A.TER.....4

4.1 CLASSIFICAZIONE, (UNI 10006), COSTIPAMENTO (CNR B.U. N° 69) E
 PROVA DI TAGLIO PER DETERMINAZIONE ANGOLO DI ATTRITO (UNI
 CEN ISO/TS 17892-10).....4

5 CONCLUSIONI.....5

6 ELENCO DEGLI ALLEGATI5

B						
A	<i>V. Greppi</i>	04.07.13	<i>N. Di Lorenzo</i>	04.07.13		
Rev.	RCC	DATA	QM			DATA
	ELABORATO		UNITÀ DI INTERFACCIA		VERIFICATO	
Val di Chienti S.C.p.A.						

Val di Chienti S.C.p.A.	Soggetto Aggiudicatore	Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.
	Alta Sorveglianza	Quadrilatero S.p.A.
	Direzione Lavori	Technital
	Opera	MAXILOTTO N° 1
RELAZIONE DI QUALIFICA	CODICE DOCUMENTO: LO703.XX.E.Q.GENER.00.SGQ.RLQ.733.A	pag. 3 di 5

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta la documentazione relativa alla qualifica del materiale per **ritombamenti e rimodellamenti morfologici**, di pezzatura 0-100 mm, appartenente alle Formazioni Geologiche della Scaglia Cinerea e delle Marne a Fucoidi, scavato nelle Gallerie Maddalena e Costafiore, stoccato nell'Area ST17 dalla Società GLF.

In data 03.06.2013, il Laboratorio Autorizzato Technogeo ha eseguito il prelievo del suddetto materiale prelevando un campione, codificato **ST17.03.06.13.A.TER**, alla presenza di Responsabili della Direzione Lavori.

Sul campione sono state eseguite le prove di caratterizzazione atte a definirne la Classificazione, in conformità al Capitolato Speciale di Affidamento e alla Norma CNR UNI 10006:2002, la Prova di costipamento (AASHTO Modificato) e la Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10) per la determinazione dell'Angolo di attrito Φ' e della Coesione C' .

In allegato n° 1, si riporta il "Verbale di prelievo campioni di aggregati", relativo al campione in oggetto.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.

- Capitolato Speciale di Affidamento – Norme Tecniche e di Misurazione – Art. 3 "Movimenti terre"

Norme e Direttive

- D.M. del 14 gennaio 2008 – "Norme Tecniche per le costruzioni".
- Direttiva 89/106/CEE, relativamente ai Prodotti da Costruzione;
- UNI EN 932-3 – Analisi morfologica, mineralogica e petrografica;
- CNR UNI 10006:2002 - Classificazione delle terre;
- CNR BU n° 23:1971 – Analisi granulometrica;
- ASTM D 4318:2000 – Limiti di consistenza;
- CNR BU n° 69:1968 – Prova di costipamento di una terra;
- CNR BU n° 34:1973 – Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l'apparecchio "Los Angeles";
- CNR BU n° 27:1972 – Misura dell'Equivalente in Sabbia;
- UNI CEN ISO/TS 17892-10 - Prova di taglio diretto.

3 CARATTERISTICHE LITO-PETROGRAFICHE DEL MATERIALE

Il materiale prelevato è di natura calcarea, omogeneo ed appartiene, visivamente, alle Formazioni Geologiche denominate: Scaglia Cinerea e Marne a Fucoidi.

La Scaglia Cinerea è costituita da un'alternanza di marne argillose, marne calcaree e subordinatamente calcari marnosi.

Le Marne a Fucoidi sono costituite da calcari marnosi e marne calcaree con intercalazioni di marne argillose.

Val di Chienti S.C.p.A.	Soggetto Aggiudicatore	Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.	
	Alta Sorveglianza	Quadrilatero S.p.A.	
RELAZIONE DI QUALIFICA	Direzione Lavori	Technital	
	Opera	MAXILOTTO N° 1	
		CODICE DOCUMENTO: LO703.XX.E.Q.GENER.00.SGQ.RLQ.733.A	pag. 4 di 5

4 CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE PRELEVATO: ST17.03.06.13.A.TER

Sul campione in oggetto, ST17.03.06.13.A.TER. sono state eseguite le seguenti prove:

- classificazione;
- costipamento,
- taglio diretto per la determinazione dell'angolo di attrito Φ' e della coesione C' .

Nella tabella 4.1 seguente, vengono riportati i risultati delle prove eseguite.

4.1 CLASSIFICAZIONE, (UNI 10006), COSTIPAMENTO (CNR B.U. N° 69) E PROVA DI TAGLIO PER DETERMINAZIONE ANGOLO DI ATTRITO (UNI CEN ISO/TS 17892-10).

Determinazione	Norme	U.M.	Valore determinato	Limite di accettazione
Limite di Liquidità (W_L)	UNI n° 10006	%	31	----
Limite di Plasticità (W_P)		%	18	----
Indice di Plasticità (I_P)		%	13	≥ 10
Passante allo staccio ASTM 10		%	42,0	----
Passante allo staccio ASTM 40		%	34,9	----
Passante allo staccio ASTM 200		%	24,5	≤ 35
Indice di Gruppo		---	----	----
Classificazione: Gruppo e Sottogr.		---	A2 A2-6	---
Densità massima secca	AASHO Mod.	Mg/cm	1,81	---
Contenuto in acqua ottimale		%	9,30	---
Angolo di attrito Φ'	(UNI CEN ISO/TS 17892-10)	Gradi	31,79	---
Coesione C'		kPa	21,37	---

Negli allegati n° 2+7, si riportano, rispettivamente: L'Analisi granulometrica, i Limiti di consistenza o di Atterberg, la Classificazione (UNI 10006), la prova di costipamento, le prove di taglio e le determinazioni dell'angolo di attrito Φ' e della Coesione C' del materiale prelevato.

Val di Chienti S.C.p.A.	Soggetto Aggiudicatore	Quadrilatero Marche-Umbria S.p.A.
	Alta Sorveglianza	Quadrilatero S.p.A.
RELAZIONE DI QUALIFICA	Direzione Lavori	Technital
	Opera	MAXILOTTO N° 1
	CODICE DOCUMENTO:	pag. 5 di 5
	LOT03.XX.E.Q.GENER.00.SGQ.RLQ.733.A	

5 CONCLUSIONI

A fronte di quanto appurato nel corso della visita al cumulo del materiale, nella quale si è verificato visivamente che le caratteristiche del materiale stoccato sono prevalentemente calcareo-argillose e analizzando i risultati delle prove di caratterizzazione e classificazione del campione prelevato, dalle quali si evince che la "terra" è in possesso dei requisiti richiesti dal Capitolato Speciale di Affidamento, il Consorzio Val di Chienti dichiara il materiale in oggetto,

qualificato

ed idoneo all'esecuzione di **ritombamenti e rimodellamenti morfologici** per le Opere per le quali sia previsto l'impiego di una "terra" appartenente al **Gruppo A2, Sottogruppo A2-6.**

6 ELENCO DEGLI ALLEGATI

- Alleg. n° 1: Verbale di prelievo del campione di materiale roccioso-terroso ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 2: Certificato n° 059/1 del 26.06.2013, rilasciato dal Laboratorio Technogeo, relativo all'Analisi granulometrica (CNR B.U. n° 23) del campione ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 3: Certificato n° 059/2 del 26.06.2013, rilasciato dal Laboratorio Technogeo, relativo alla Determinazione dei Limiti di consistenza o di Atterberg del campione ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 4: Certificato n° 059/3 del 26.06.2013, rilasciato dal Laboratorio Technogeo, relativo alla Classificazione delle terre del campione ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 5: Certificato n° 059/4 del 26.06.2013, rilasciato dal Laboratorio Technogeo, relativo alla Prova di costipamento del campione ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 6: Certificato n° 059/5 del 26.06.2013, rilasciato dal Laboratorio Technogeo, relativo alla Prova di Taglio Diretto (CD) del campione ST17.03.06.13.A.TER.
- Alleg. n° 7: Determinazione dell'Angolo di attrito ϕ' e della Coesione C' del campione ST17.03.06.13.A.TER.

Allegato n° 1

Val di Chienti		QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1						
S.C.p.A.		VERBALE DI PRELIEVO / RICHIESTA PROVE SU RILEVATI (Qualifica)				Mod. RP - QMU 02 Rev. B del 10 marzo 2011		
Sub lotto: <u>1, 2.</u>		Assegnatario: <u>GLF</u>			Produttore: <u>GLF</u>			
Data: <u>03.06.2013</u>								
Campion e/ prova N°	SIGLA/ CODICE PRELIEVO				WBS	Progressiva km	Quota/strato	note
	WBS	DATA	A-Z	SIGLA *				
1	<u>ST17</u>	<u>03.06.13</u>	<u>A</u>	<u>TER</u>	<u>ST17</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>Mst. proveniente dalle Gallerie Macchiena e Castelfiore, per riemp. e ritombam. morfologica.</u>
2								
3								
4								
5								
6								
(*) Legenda e sigle Prove:		Classific. e varie:		WBS data-A,B, ...,Z TER		Analisi chimiche:		WBS data A,B,...Z CHM
		Densità in sito:		WBS data-A,B, ...,Z DST		Resistività elet.:		WBS data A,B,...Z RSE
		Carico su piastra:		WBS data-A,B, ...,Z CPT		Esam. petrograf.:		WBS data A,B,...Z EPT
Laboratorio		Fornit/Subapp.		Assegnatario/CG		Direzione Lavori		Alta Sorveglianza
<u>Technopen</u> <u>Dott. BIGNI</u> <u>Luca P.</u>				<u>Vdc dott. Grepp</u> <u>GLF</u>		<u>Imp. Sensi</u> <u>Filippini</u>		
LABORATORI UFFICIALI AUTORIZZATI:								
Laboratorio incaricato delle prove: <u>Technopen</u>								
<input checked="" type="checkbox"/>	13.01.001 - Analisi granulometr. mediante setacci e/o crivelli - UNI CEN ISO/TS 17892-4;				<input type="checkbox"/>	PA.005 - Misure di resistività con metodo Wenner e rel. Tecnica - UNI EN 15257		
<input type="checkbox"/>	13.01.004 - Determinazione dell'umidità del campione - UNI CEN ISO/TS 17892-1;				<input type="checkbox"/>	PA.006 - Contenuto di solfati solubili in acqua o in acido cloridrico - UNI EN 1744/1		
<input checked="" type="checkbox"/>	13.01.007 - Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO/TS 17892-12;				<input type="checkbox"/>	PA. - - - Analisi chimica (test di cessione) - D.G.R. Umbria, 1° livello		
<input checked="" type="checkbox"/>	13.01.009 - Classificazione CNR-UNI 10006 e/o USCS - UNI EN ISO 14688-1;				<input type="checkbox"/>	13.01.056 - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo -		
<input checked="" type="checkbox"/>	*13.01.010 - Prova di costipamento di una terra (metodo A.A.S.H.T.O.) - UNI EN 13286-2;				<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Prova di taglio diretto con determ. angolo di attrito e coesione</u>		
<input type="checkbox"/>	13.01.011 - Determinazione dell'indice di portanza CBR - UNI EN 13286-47;				<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	13.01.030 - Determinazione densità in sito con volumetro a sabbia - CNR-BU n° 22;				<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	13.01.031 - Determinazione della portanza con carico su piastra - CNR-BU n° 9-146;				<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	13.01.034 - Verifica misti cementati - CNR-BU n 29;				<input type="checkbox"/>			
Note:								
<u>Setacci: 135 - 100 - 75 - 50 - 40 - 30 - 25 - 15 - 10 - 5 - 2 - 0,4 - 0,075 mm</u>								
<u>* eseguire comunque (standard).</u>								
				Vdc Firma per il Socio		dott. Grepp <u>GLF</u>		



Prelievo ST17. 03.06.13. A.TER *Lu*



technogeo s.r.l

Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566421 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.I.I.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Certificato N. 059 /1 del 26/06/13
 Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

Allegato n° 2

Dati dichiarati nella richiesta di prove:

Committente: **VAL DI CHIENZI S.C.p.A.**
 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**
 Località prelievo campioni: **SUB LOTTO 1.2**
 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costafiore, per riemp. e ritombam. morfologici**
 Campione n.: **1** Data di prelievo: **03/06/13**
 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica** Profondità di prelievo: da m - am -

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI
CNR BU N. 23 - 1971

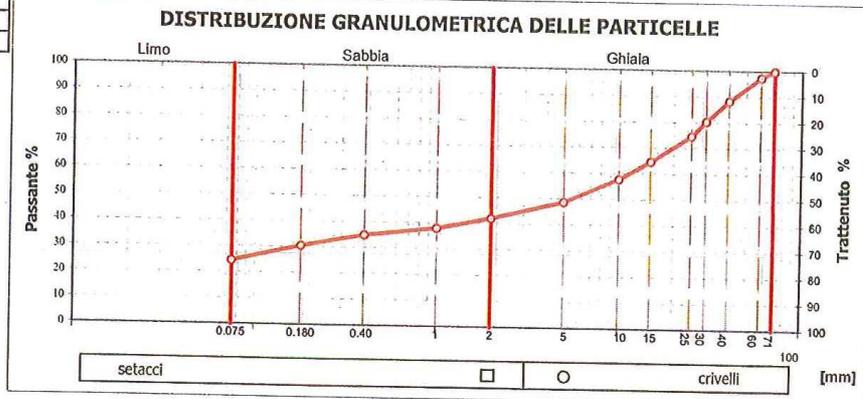
Crivelli e Setacci [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto progressivo [g]	Trattenuto %	Passante %
71	0,00	0,00	0,00	100,0
60	439,68	439,68	2,41	97,6
40	1690,24	2129,92	11,68	88,3
30	1442,56	3572,48	19,59	80,4
25	1045,12	4617,60	25,32	74,7
15	1829,44	6447,04	35,34	64,7
10	1253,76	7700,80	42,22	57,8
5	1664,64	9365,44	51,34	48,7
2,00	1215,36	10580,80	58,01	42,0
1,00	748,80	11329,60	62,11	37,9
0,400	543,36	11872,96	65,09	34,9
0,180	810,56	12683,52	69,54	30,5
0,075	1089,28	13772,80	75,51	24,5
Fondo	4467,36			
Somma	18240,16			
Perdita	0,16			

Data della prova da: 20/06/13
 a: 21/06/13

MASSA PROVINO SECCO [g]	18240,32
-------------------------	----------

Frazione passante ai setacci UNI 2332		
2,00	0,400	0,075
%	%	%
41,99	34,91	24,49

Metodo usato:
 umido
 asciutto



Note:

Lo sperimentatore
 Dott. Paolo Moretti

Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Armando Librandi


technogeo s.r.l.

 Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566421 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.L.I.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Certificato N. 059 /2 del 26/06/13

Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

Dati dichiarati nella richiesta di prove:

 Committente: **VAL DI CHIENZI S.C.p.A.**

 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**

 Località prelievo campioni: **SUB LOTTO 1.2**

 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costafiore, per riemp. e ritombam. morfologici**

 Campione n.: **1**

 Data di prelievo: **03/06/13**

 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica**

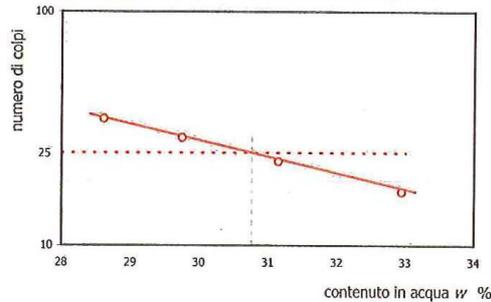
 Profondità di prelievo: **da m - a m -**
**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA
 METODO CASAGRANDE
 (ASTM D4318-05)**

Data della prova da: 06/06/13 a: 07/06/13

Determinazione n.	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Numero dei colpi	35	29	23	17	-	-
Massa del provino umido [g]	30,43	37,99	27,96	29,78	4,42	5,03
Massa del provino asciutto [g]	23,66	29,28	21,32	22,40	3,76	4,28
Contenuto in acqua w %	28,6	29,7	31,1	32,9	17,6	17,5

LIMITE LIQUIDO WL	%	31
LIMITE PLASTICO WP	%	18
INDICE PLASTICO IP	%	13

DETERMINAZIONE GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



Note:

 Lo sperimentatore
 Dott. Luca Ugolini

Pagina 1 di 1

 Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Ermanno Librandi

Il presente Documento si compone di pagine: 1

[MOD. MG 08-03-02 r.0]



technogeo s.r.l

Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566421 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.L.I.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Rapporto di prova N. 059 /3 del 26/06/13

Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

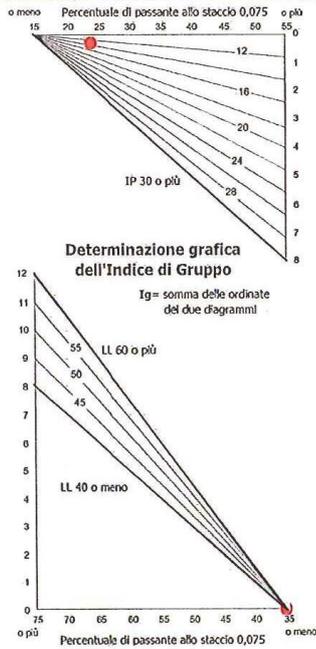
Allegato n° 4

Dati dichiarati nella richiesta di prove:

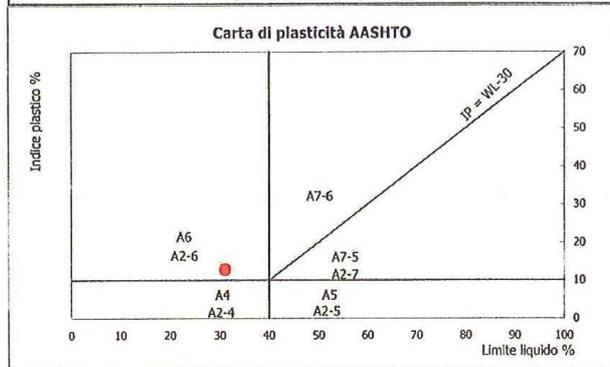
Committente: **VAL DI CHIENZI S.C.p.A.**
 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**
 Località prelievo campioni: **SUB LOTTO 1.2**
 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costaflore, per riemp. e ritombam. morfologici**
 Campione n.: **1** Data di prelievo: **03/06/13**
 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica** Profondità di prelievo: da m - a m -

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (CNR UNI 10006)

CLASSIFICAZIONE STRADALE (HRB-AASHTO)	WL	IP	P _{2,00}	P _{0,425}	P _{0,075}	Ig	GRUPPO	SOTTOGRUPPO
	%	%	%	%	%	%		
VALORI SPERIMENTALI	31	13	42,0	34,9	24,5		A2	A2-6
PARAMETRI CLASSIFICATIVI	≤ 40	> 10	-	-	≤ 35	≤ 4		



Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghlaia e sabbia limosa o argillosa
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da mediocre a scadente
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Media
Ritiro o rigonfiamento	Nulla o lieve
Permeabilità	Media o scarsa



Note:

Lo sperimentatore
 Dott. Luca Ugolini



Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Mariano Librandi


technogeo s.r.l.

 Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566921 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.L.L.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Certificato N. 059 /4 del 26/06/13

Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

Dati dichiarati nella richiesta di prove:

 Committente: **VAL DI CHIENZI S.C.p.A.**
 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**
 Località prelievo campioni: **SUB LOTTO 1.2**

 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costafiore, per riemp. e ritambam. morfologici**

 Campione n.: **1** Data di prelievo: **03/06/13**
 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica** Profondità di prelievo: da m - a m -

**PROVA DI COSTIPAMENTO DI UNA TERRA
(CNR-BU N. 69)**

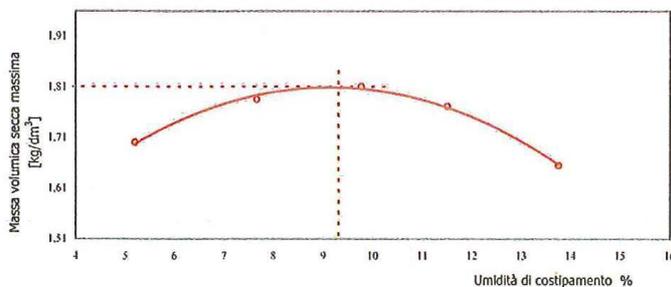
Data della prova da: 11/06/13 a: 12/06/13

Parametri di prova e caratteristiche del campione			AASHTO standard	
Metodo di costipamento				
Diametro del contenitore		[mm]		152,4
Massa volumica dei granuli solidi	ρ_s	[Mg/m ³]		-
Classificazione				A2-6

Determinazione		1	2	3	4	5
Massa volumica	[kg/dm ³]	1,791	1,924	1,989	1,977	1,884
Contenuto in acqua	%	5,20	7,67	9,77	11,51	13,76
Massa volumica secca	[kg/dm ³]	1,702	1,787	1,812	1,773	1,656
Acqua a saturazione	%			-	-	-

Massa volumica secca massima	[kg/dm ³]	1,81
------------------------------	-----------------------	------

Contenuto in acqua ottimale	%	9,30
-----------------------------	---	------



Note:

 Lo sperimentatore
 Dott. Luca Bilini

 Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Ermanno Librandi



technogeo S.r.l

Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566421 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.L.I.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Certificato N. 059 /5 del 26/06/13
 Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

Dati dichiarati nella richiesta di prove:

Committente: **VAL DI CHIANTI S.C.p.A.**
 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**
 Località prel. camp.: **SUB LOTTO 1.2**
 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costaffiore, per riemp. e ritambam. morfologici**
 Campione n.: **1** Data di prelievo: **03/06/13**
 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica** Profondità di prelievo: da m - a m -

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Valori di picco)
 (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**

Attrezzature utilizzate:	Modello	Matricola
Macchina digitale per prove di taglio diretto Tecnotest	T 665/010	N. 2001/6

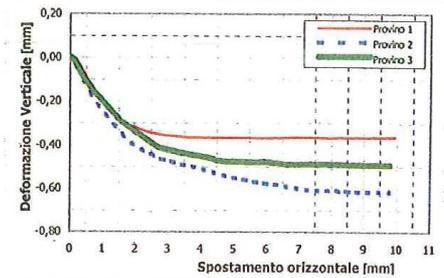
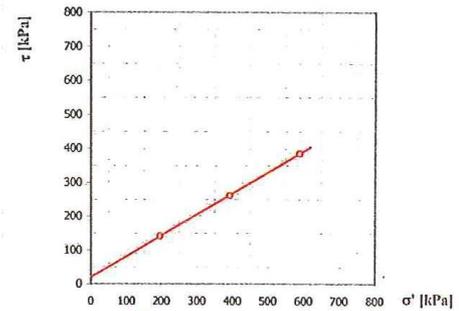
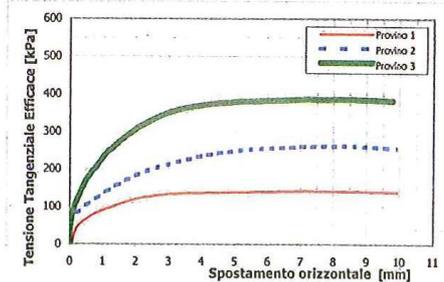
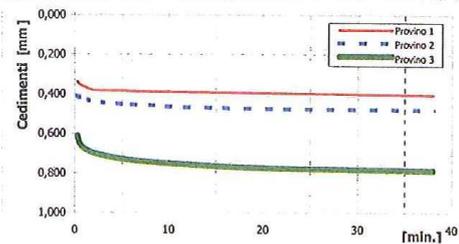
Data della prova da: 14/06/13
 a: 24/06/13

Posizione provini nel campione: n.d.
 Metodo di preparazione provini: Campione ricostituito

CARATTERISTICHE INIZIALI				
Provino	P1	P2	P3	
Diametro D	63,5	63,5	63,5	[mm]
Altezza H ₀	20,0	20,0	20,0	[mm]
Area A	3167	3167	3167	[mm ²]
Contenuto in acqua w	9,8	9,7	10,1	%
Massa volumica ρ	1,87	1,86	1,86	[Mg/m ³]
Massa volumica secca ρ _d	1,70	1,69	1,69	[Mg/m ³]
Indice dei vuoti e ₀	0,586	0,597	0,602	-
Grado di saturazione S _{ro}	45	44	45	%

Massa volumica dei granuli: ρ_s = 2,70 [Mg/m³]
 Valore assunto

MODALITA' DI PROVA	
Scatola	Condizione
<input type="checkbox"/> quadrata <input checked="" type="checkbox"/> circolare	<input checked="" type="checkbox"/> sommersa <input type="checkbox"/> asciutta
Velocità di deformazione	0,005 mm/min.
Tensione normale provino n. 1	196,1 [kPa]
Tensione normale provino n. 2	392,3 [kPa]
Tensione normale prprovino n. 3	588,4 [kPa]



Lo sperimentatore
 Dott. Luca Bilini



Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Ermanno Librandi



technogeo s.r.l

Via Cluana, 10 - 62010 MONTECOSARO (MC)
 Tel. 0733/566421 (n.2 linee r.a.)
 Fax 0733 864161
 Partita IVA e Codice Fiscale 00361380439
 C.C.I.A.A. Macerata 85918

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE

Autorizzazione n. 8084 del 10/09/10, per l'esecuzione e certificazione di prove su terre (Settore A) ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. (Estensioni: Taglio torsionale, Prova di piastra, Prova di densità in sito, Prova di carico su pali, Prova CBR in sito).

Web: www.technogeo.it - e-mail: laboratorio@technogeo.it

A.L.L.G. - ASSOCIAZIONE LABORATORI DI INGEGNERIA E GEOTECNICA

Certificato N. 059 /5 del 26/06/13
 Verbale d'accettazione N. 055/GT del 03/06/13

Calcoli della fase di taglio

Provino n. 1						Provino n. 2						Provino n. 3					
Δ_H	Δ_X	τ	Δ_H	Δ_X	τ	Δ_H	Δ_X	τ	Δ_H	Δ_X	τ	Δ_H	Δ_X	τ	Δ_H	Δ_X	τ
[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]
0,000	0,00	0,0	-0,364	4,94	139,6	0,000	0,00	0,0	-0,546	4,90	247,2	0,000	0,00	0,0	-0,475	4,78	377,3
-0,001	0,08	3,2	-0,364	5,04	139,9	-0,007	0,04	55,6	-0,549	5,00	248,5	0,001	0,02	36,9	-0,475	4,88	377,7
0,000	0,14	29,4	-0,364	5,14	139,3	-0,024	0,12	79,3	-0,552	5,10	249,5	-0,005	0,07	76,7	-0,475	4,98	378,6
-0,012	0,22	44,5	-0,364	5,24	139,6	-0,051	0,22	83,7	-0,556	5,20	250,4	-0,022	0,15	102,6	-0,475	5,08	379,5
-0,035	0,31	54,6	-0,364	5,34	139,6	-0,080	0,32	89,0	-0,558	5,30	251,0	-0,046	0,24	120,6	-0,475	5,18	380,5
-0,060	0,41	60,9	-0,364	5,45	139,6	-0,108	0,41	96,3	-0,561	5,40	252,0	-0,071	0,33	138,6	-0,475	5,29	380,8
-0,086	0,50	67,3	-0,365	5,55	140,2	-0,134	0,50	103,6	-0,565	5,50	252,9	-0,093	0,42	156,0	-0,476	5,39	380,8
-0,110	0,60	73,3	-0,365	5,65	140,8	-0,160	0,60	109,6	-0,567	5,61	253,6	-0,110	0,51	170,8	-0,477	5,49	381,1
-0,131	0,70	78,9	-0,365	5,76	140,8	-0,186	0,70	115,6	-0,570	5,71	254,2	-0,132	0,60	182,8	-0,477	5,59	380,8
-0,156	0,80	83,4	-0,365	5,86	140,8	-0,204	0,80	121,3	-0,573	5,81	254,8	-0,150	0,70	195,1	-0,478	5,70	381,4
-0,178	0,91	87,5	-0,365	5,96	141,1	-0,222	0,89	126,9	-0,574	5,91	255,1	-0,168	0,80	203,7	-0,476	5,80	382,1
-0,201	1,01	90,9	-0,365	6,07	141,1	-0,242	0,99	132,9	-0,577	6,02	256,1	-0,180	0,89	215,7	-0,475	5,90	382,4
-0,224	1,11	94,4	-0,365	6,16	141,1	-0,262	1,09	138,3	-0,579	6,12	256,4	-0,197	0,99	227,0	-0,476	6,00	383,0
-0,244	1,22	97,6	-0,363	6,26	141,1	-0,281	1,19	144,6	-0,581	6,22	256,7	-0,213	1,08	237,8	-0,478	6,11	383,0
-0,261	1,32	100,7	-0,364	6,36	141,8	-0,299	1,29	150,6	-0,582	6,32	257,0	-0,229	1,18	247,9	-0,482	6,21	383,0
-0,269	1,42	104,2	-0,364	6,45	141,8	-0,315	1,39	155,0	-0,584	6,41	257,7	-0,246	1,28	254,2	-0,482	6,30	383,7
-0,280	1,52	107,7	-0,363	6,55	142,1	-0,331	1,49	159,1	-0,587	6,51	257,7	-0,262	1,38	262,4	-0,483	6,40	383,3
-0,290	1,63	110,8	-0,363	6,65	142,1	-0,352	1,59	164,2	-0,590	6,61	258,3	-0,279	1,48	270,3	-0,486	6,50	384,0
-0,299	1,73	114,0	-0,362	6,75	142,1	-0,369	1,69	168,9	-0,592	6,71	258,6	-0,295	1,58	277,9	-0,487	6,61	384,3
-0,309	1,84	116,5	-0,362	6,85	142,4	-0,381	1,79	173,4	-0,594	6,81	258,9	-0,304	1,68	284,8	-0,487	6,71	384,6
-0,315	1,94	119,0	-0,362	6,95	142,4	-0,392	1,89	178,1	-0,596	6,92	259,2	-0,314	1,78	291,8	-0,488	6,81	384,6
-0,321	2,04	121,6	-0,362	7,05	142,4	-0,402	1,99	182,2	-0,603	7,01	260,5	-0,324	1,88	297,4	-0,488	6,91	385,2
-0,327	2,14	123,1	-0,362	7,16	143,7	-0,413	2,09	186,0	-0,604	7,12	260,5	-0,335	1,97	303,1	-0,487	7,01	385,5
-0,331	2,23	124,7	-0,362	7,26	142,7	-0,422	2,19	189,1	-0,605	7,22	260,8	-0,346	2,07	309,1	-0,487	7,12	386,2
-0,336	2,33	126,3	-0,362	7,36	142,7	-0,428	2,29	192,6	-0,606	7,32	260,8	-0,355	2,17	314,2	-0,486	7,22	386,8
-0,340	2,43	127,6	-0,363	7,47	142,1	-0,437	2,38	195,8	-0,606	7,43	261,1	-0,365	2,27	318,6	-0,485	7,33	385,9
-0,344	2,52	128,8	-0,362	7,57	142,1	-0,441	2,48	198,3	-0,607	7,53	260,8	-0,375	2,36	323,7	-0,487	7,43	386,2
-0,346	2,62	130,1	-0,363	7,68	142,4	-0,451	2,58	201,5	-0,608	7,63	261,1	-0,385	2,46	328,4	-0,487	7,54	385,5
-0,350	2,72	131,0	-0,363	7,78	141,8	-0,457	2,68	204,3	-0,608	7,74	261,8	-0,396	2,56	332,2	-0,486	7,64	385,5
-0,352	2,82	132,0	-0,364	7,89	141,9	-0,465	2,78	206,8	-0,608	7,84	261,8	-0,406	2,66	337,2	-0,486	7,74	385,5
-0,354	2,92	133,3	-0,365	7,99	141,9	-0,469	2,88	209,7	-0,608	7,95	261,5	-0,413	2,76	341,0	-0,486	7,85	385,2
-0,355	3,02	134,2	-0,363	8,09	141,8	-0,471	2,98	211,9	-0,608	8,05	262,1	-0,416	2,86	344,5	-0,487	7,95	385,9
-0,356	3,12	134,8	-0,362	8,19	141,7	-0,473	3,08	214,4	-0,607	8,15	262,1	-0,420	2,95	348,0	-0,487	8,05	386,2
-0,358	3,22	135,1	-0,362	8,29	141,7	-0,480	3,18	216,9	-0,614	8,25	263,0	-0,423	3,05	351,1	-0,487	8,15	386,5
-0,359	3,33	135,5	-0,363	8,39	141,6	-0,487	3,28	219,1	-0,612	8,34	262,7	-0,426	3,16	353,7	-0,487	8,25	386,5
-0,361	3,43	136,1	-0,363	8,48	141,6	-0,489	3,38	221,4	-0,611	8,44	262,4	-0,430	3,26	356,5	-0,488	8,35	386,2
-0,362	3,53	136,4	-0,363	8,58	141,5	-0,493	3,49	223,6	-0,614	8,54	262,7	-0,434	3,36	359,0	-0,488	8,45	385,9
-0,363	3,64	137,0	-0,363	8,68	141,4	-0,496	3,59	225,8	-0,614	8,64	261,1	-0,438	3,46	361,5	-0,490	8,55	386,5
-0,363	3,74	137,0	-0,362	8,78	141,8	-0,497	3,70	228,0	-0,614	8,74	260,8	-0,440	3,57	363,4	-0,489	8,65	385,9
-0,363	3,84	137,0	-0,363	8,88	141,3	-0,501	3,80	229,9	-0,615	8,84	259,9	-0,443	3,67	364,7	-0,490	8,75	385,5
-0,363	3,95	137,4	-0,363	8,98	141,2	-0,506	3,90	232,4	-0,613	8,94	259,9	-0,446	3,77	366,6	-0,490	8,86	385,2
-0,363	4,05	137,4	-0,363	9,08	141,1	-0,511	4,01	234,3	-0,615	9,04	259,9	-0,448	3,88	367,9	-0,491	8,96	385,2
-0,364	4,15	138,0	-0,363	9,19	140,5	-0,514	4,11	235,9	-0,615	9,14	259,9	-0,450	3,98	369,4	-0,492	9,06	384,9
-0,363	4,25	138,3	-0,362	9,29	140,8	-0,520	4,20	237,8	-0,615	9,24	259,6	-0,453	4,08	370,4	-0,492	9,16	384,6
-0,364	4,34	138,3	-0,362	9,39	141,1	-0,523	4,30	239,7	-0,615	9,35	258,9	-0,455	4,18	371,7	-0,492	9,27	384,0
-0,364	4,44	138,6	-0,362	9,50	140,8	-0,527	4,40	240,9	-0,615	9,45	258,0	-0,458	4,28	372,6	-0,492	9,37	383,7
-0,364	4,54	138,6	-0,362	9,61	140,2	-0,531	4,50	242,5	-0,615	9,55	257,7	-0,463	4,37	373,9	-0,492	9,47	383,7
-0,364	4,64	138,6	-0,361	9,72	140,5	-0,535	4,60	243,8	-0,615	9,66	256,7	-0,470	4,47	375,4	-0,492	9,58	383,0
-0,364	4,74	138,9	-0,361	9,83	140,5	-0,539	4,70	245,0	-0,615	9,76	256,1	-0,472	4,58	376,4	-0,492	9,68	382,7
-0,364	4,84	139,3	-0,361	9,93	140,2	-0,543	4,80	246,3	-0,613	9,86	256,1	-0,474	4,68	376,7	-0,491	9,78	382,7

Note:

Lo sperimentatore
 Dott. Luca Ugolini

Il presente Documento si compone di pagine: 2

Il direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Ermanno Librandi

 (MOD. MG 08/03/02 r.o.)

Allegato n° 7

Committente: **VAL DI CHIANTI S.C.p.A.**
 Progetto/Opera: **QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA SpA: MAXILOTTO 1**
 Località prelievo campioni: **SUB LOTTO 1.2**
 Sondaggio n.: **Sigla: ST17 03.06.13-A TER - WBS ST17 - Materiale proveniente dalle Gallerie Maddalena e Costafiore, per riemp. e ritombam. morfologici**
 Campione n.: **1** Data di prelievo: **03/06/13**
 Tipo di contenitore: **Sacchetto in plastica** Profondità di prelievo: da m - a m -

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Valori di picco)
 (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

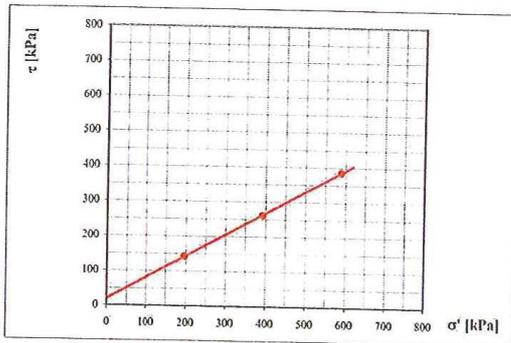
Attrezzature utilizzate:	Modello	Matricola
Macchina digitale per prove di taglio diretto Tecnotest	T 665/010	N. 98015

Posizione provini nel camp.: n.d.
 Metodo di preparaz. provini: Campione ricostituito
 Data della prova da: 14/06/13 a: 24/06/13

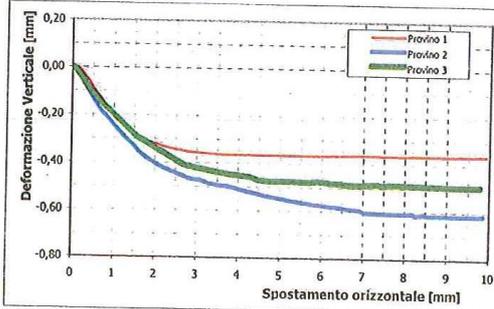
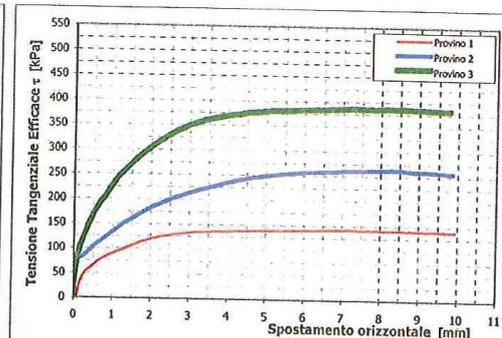
CARATTERISTICHE INIZIALI				
Provino	1	2	3	
Diamec	D	63,5	63,5	63,5 [mm]
Altezza	H ₀	20,0	20,0	20,0 [mm]
Area	A	3167	3167	3167 [mm ²]
Contenuto in acqua	w	9,8	9,7	10,1 %
Massa volumica	ρ	1,87	1,86	1,86 [Mg/m ³]
Massa volumica secca	ρ _d	1,70	1,69	1,69 [Mg/m ³]
Indice dei vuoti	e ₀	0,586	0,597	0,602 -
Grado di saturazione	S _{ro}	45	44	45 %

Massa volumica dei granuli: ρ_s = 2,70 [Mg/m³]
 Valore assunto

MODALITA' DI PROVA		
Scatola	Condizione	
<input type="checkbox"/> quadrata	<input checked="" type="checkbox"/> circolare	<input checked="" type="checkbox"/> sommersa <input type="checkbox"/> asciutta
Velocità di deformazione	0,005	mm/min.
Tensione normale provino n. 1	196,1	[kPa]
Tensione normale provino n. 2	392,3	[kPa]
Tensione normale prpvino n. 3	588,4	[kPa]



φ' = 31,79 gradi
 c' = 21,37 kPa



Osservazioni: -