



COMUNE DI VIBO VALENTIA

Settore n° 3

Governo del Territorio

PIANO STRUTTURALE COMUNALE

sistema naturale e ambientale

Legge Regionale n. 19/2002 e s.m.i.

DPR 380/2001, art.89

RELAZIONE

integrativa

sui profili geologico – geotecnico

PROGETTISTI

Prof. Arch. Francesco Karrer

Prof. Arch. Francesca Moraci

(Raggruppamento temporaneo tra

professionisti – RTP)

Collaboratore:

Arch. Natale Palamara

SISTEMA NATURALE AMBIENTALE:

GRUPPO DI LAVORO

Prof. Ing. Nicola Moraci

Geol. Francesco Ferrari

COADIUVATO DA:

Geol. Ezio M. Ceravolo



- **Avv. Nicola D'Agostino, Sindaco**
- **Arch. Nicola Domenico Donato, Assessore**
- **Dott.ssa Adriana Teli, Dirigente del Settore 3**
- **Ing. Lorena Callisti, R.U.P. PSC e REU e procedura di VAS**

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	INDAGINIGFOTECNICHE.....	3
3.	RISULTATI DELLE INDAGINI E DELLE PROVE IN SITO E IN LABORATORIO.....	11
4.	CONCLUSIONI.....	66
	3.1 ZONAEST	11
	3.1.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	11
	3.1.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	12
	3.1.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	17
	3.2 ZONASUD	16
	3.2.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	16
	3.2.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	17
	3.2.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	17
	3.2.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	17
	3.3 ZONASUD-EST	22
	3.3.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	22
	3.3.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	22
	3.3.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	22
	3.3.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	23
	3.4 ZONAOWEST	25
	3.4.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	25
	3.4.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	26
	3.4.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	26
	3.4.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	26
	3.5 ZONANORD OVEST	31
	3.5.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	31
	3.5.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	33
	3.5.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	34
	3.5.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	34
	3.6 ZONANORD	45
	3.6.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	45
	3.6.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	46
	3.6.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	47
	3.6.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	47
	3.7 ZONANORD-EST	57
	3.7.1 Stratiografia dei sondaggi, classificazione e proprietà fisiche delle terre	57
	3.7.2 Caratteristiche di resistenza e di deformabilità	58
	3.7.3 Verifica della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione	59
	3.7.4 Individuazione delle categorie di sottosuolo	59

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica viene redatta nell'ambito del Piano Strutturale Comunale (PSC) e Regolamento Edilizio ed Urbanistico del comune di Vibo Valentia.

La relazione in oggetto è stata sviluppata sulla base dei risultati ottenuti da indagini in sito, eseguite dalla ditta GEOCONSOL s.r.l. e da prove geotecniche di laboratorio, eseguite dalla Geoconsol dall'I.R.G. s.n.c. (Istituto Prove Geotecniche) con sede alla via Otto Matera, n. 21 Castrolibero (CS). Le indagini in sito e le prove di laboratorio sono state condotte, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Vibo Valentia, sotto la responsabilità del Dott. Ciriaco A.L. Viole (Direttore Responsabile) e A. Scalercio (Responsabile del sito) e del Dott. Ciriaco Massimiliano Valenza (Direttore del centro in cui sono state eseguite le prove di laboratorio).

Nel seguito, dopo il capitolo delle indagini eseguite (capitolo 2), si illustrano i risultati ottenuti con la campagna geotecnica di indagini in sito ed in laboratorio (capitolo 3). Sulla base di tali risultati si definisce la caratterizzazione geotecnica dei siti indagati che, essendo stato molto limitato per motivi economici il numero delle indagini svolte in relazione all'ampiezza delle zone investigate, non può ritenersi esaustiva per la progettazione delle opere per la quale, in relazione alla tipologia di opera in progetto, dovranno essere richieste idonee indagini geotecniche come previsto dalla normativa vigente.

Si allega alla presente relazione la sola integrazione al rapporto tecnico delle indagini geotecniche eseguite (allegato 1), fornito dalla Geoconsol s.r.l. Il rapporto tecnico delle indagini, contenente tra l'altro i certificati di prova, e l'ubicazione planimetrica dei sondaggi e delle prove MASW eseguite (tav. 4) sono già in possesso del Committente.

Le indagini svolte sono consistite in:

- n°10 sondaggi a carotaggio continuo;
- n°69 prove geotecniche in situ tipo S.P.T.;
- n°13 prelievi di campioni indisturbati tipo Shelby per prove geotecniche;
- n°13 prelievi di campioni rimanegeggiati o a disturbo limitato;
- n°10 prove in opera di tubazioni piezometriche;
- n°10 prove in opera di pozzi di protezione della strumentazione di monitoraggio;
- n°1 ciclo di misura del livello piezometrico;
- Prove di laboratorio (Analisi granulometriche, Limiti di Atterberg, prove di taglio diretto);
- n°10 scondimenti Masw.

2. INDAGINI GEOTECNICHE

Durante la campagna di indagini geognostiche, sono stati eseguiti n. 10 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 e S10) utilizzando una sonda perforatrice marca CMV, modello MK 900 con a corredo i carotatori, le corone, le barre di aste e la tubazione di carotaggio meglio descritte nel rapporto tecnico delle indagini. Durante i sondaggi, in corrispondenza di ogni foro, sono stati prelevati campioni di terreno indisturbati (utilizzando fustelle tipo "Shelby") e rimanezzati, eseguite misure del livello piezometrico (nel periodo compreso tra il 9 e il 23 luglio 2013) e eseguite prove penetrometriche del tipo SPT (utilizzando, come riportato sul rapporto tecnico di indagine a cura della Geocconsol s.r.l., una punta conica chiusa a causa della presenza di elementi lioidi spesso presenti all'interno delle formazioni attraversate). Il neplologo dei sondaggi, dei campioni prelevate delle prove SPT eseguite riportato in tabella 1.

Nell'ambito della stessa campagna d'indagine, la ditta (Geocconsol s.r.l.) ha eseguito n. 10 prospezioni geofisiche tipo MASW per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio al variare dei seguenti parametri: distanza intergeofonica (2,00 m), shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 sec., intervallo di campionamento 2 millisecondi. Per ognuna delle prove eseguite sono stati forniti, dalla ditta, nel rapporto tecnico delle indagini la documentazione fotografica, lo stralcio acrogeogrammetrico con ubicazione di ogni indagine e i risultati di ogni prospezione sismica tipo MASW. In particolare, per ogni Masw sono stati forniti:

- la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- il profilo delle Vs al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;
- la tabella dei valori di Vs per orizzonti omogenei di velocità;
- il valore medio delle Vs, ricavato sugli spessori, estrapolato fino a 30 metri di profondità.

La tabella 2 riporta il neplologo delle prove MASW eseguite e la loro ubicazione topografica. Inoltre, nella tabella 3 è possibile individuare l'ubicazione delle prove Masw rispetto a quella dei sondaggi eseguiti.

Riassumendo la campagna di indagini in sito è consistita in:

- 10 sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti in genere a secco (da S1 a S10) per un totale di 230,50 m di perforazione;
- prelievo di 13 campioni indisturbati, di cui solo 1 caratterizzato dal punto di vista meccanico;
- prelievo di n. 43 campioni rimanezzati;
- esecuzione di n. 68 prove penetrometriche dinamiche SPT;
- esecuzione di n. 10 prove tipo MASW.

L'ubicazione dei sondaggi e delle prove MASW eseguiti è riscontrabile dalla TAV, n. 1 (Carta delle indagini) già in possesso del Committente.

Le prove di laboratorio condotte su campioni rimanezzati prelevati nel corso dei sondaggi sono consistite in:

- prove di classificazione delle terre (n. 14 limiti di Atterberg, n. 37 analisi granulometriche per vaghiatura meccanica di cui n. 29 in cui è stata necessaria l'analisi per sedimentazione);
- proprietà fisiche (n. 18 determinazioni del limite liquido, n. 18 del limite plastico e n. 14 determinazioni del contenuto naturale d'acqua).

Il neplologo delle prove condotte sui campioni rimanezzati è riportato nella tabella n. 4.

Tenuto conto che l'uso della punta conica chiusa non ha consentito, come sopra accennato, di prelevare campioni rimanezzati durante l'esecuzione delle prove SPT, gli scavi hanno proposto di eseguire delle ulteriori prove di classificazione sui campioni disponibili prelevati a profondità immediatamente inferiori e/o superiori a quelle di esecuzione delle SPT (vedi allegato I). Questi ultimi campioni sono individuati nella tabella 4 con il segno "4".

Il neplologo delle prove SPT eseguite integrato con le prove di classificazione utilizzabili per la loro interpretazione, è riportato nella tabella n. 5.

Le prove di laboratorio condotte sui campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi sono consistite in:

- a) prove di classificazione delle terre (n. 5 limiti di Atterberg, n. 5 analisi granulometriche per vaghiatura meccanica e/o per sedimentazione);

- b) determinazione delle proprietà fisiche (n. 5 determinazioni del contenuto naturale d'acqua, n. 3 determinazioni del peso specifico dei costituenti solidi, n. 4 determinazioni del peso dell'unità di volume);
- c) prove meccaniche (n. 4 prove di taglio diretto).

Il dettaglio delle prove condotte sui campioni indurati è riportato nella tabella 6.

Nel seguito al fine di semplificare l'esposizione dei risultati ottenuti mediante le indagini in sito e in laboratorio l'analisi sarà condotta con riferimento alle seguenti sette differenti zone, individuate sulla base dell'inquadramento geologico dell'area di interesse. In particolare saranno analizzate:

- a) la zona Est (riferimento sondaggio S1);
- b) la zona Sud (riferimento sondaggio S2);
- c) la zona Sud-Fas (riferimento sondaggio S3);
- d) la zona Ovest (riferimento sondaggio S4);
- e) la zona Nord-Ovest (riferimento sondaggi S5 e S6);
- f) la zona Nord (riferimento sondaggi S7 e S8);
- g) la zona Nord-Est (riferimento sondaggi S9 e S10).

Le condizioni di falda sono state rilevate, nel periodo compreso tra il 9 e il 23 luglio 2013, mediante l'installazione in corrispondenza di ogni foro di sondaggio, di un piezometro protetto al livello del p.c. mediante un pozzetto chiuso con lucchetto. La lunghezza della tubazione del piezometro e il livello di falda misurato nel periodo di riferimento sono riportati nella tabella 7.

Per tutti i sondaggi svolti le letture piezometriche disponibili, molto limitate nel tempo, non consentono la determinazione del livello di fluttuazione stagionale della falda e una valutazione accurata dell'andamento delle pressioni neutre.

Tabella 1. Riepilogo indagini in sito

Sondaggio	Ubicazione	Tipologia perforazione	Quota s.l.m.m. (m)	Perforazione (m)	Campioni indisturbati prelevati	Campioni Rimanegeggiati prelevati	Prove SPT
S1	Zona Est Vibo	Carotaggio continuo	+480	20,00	1	4	7
S2	Zona Sud Vibo	Carotaggio continuo	+470	30,00	2	5	9
S3	Zona Sud-Est Vibo	Carotaggio continuo	+510	11,00	/	2	3
S4	Zona Ovest Vibo	Carotaggio continuo	+230	30,00	3	4	9
S5	Zona Nord-Ovest Vibo	Carotaggio continuo	+13,00	30,00	2	8	8
S6	Zona Nord-Ovest Vibo	Carotaggio continuo	+19,00	30,00	1	5	9
S7	Zona Nord Vibo	Carotaggio continuo	+26,00	30,00	2	3	9
S8	Zona Nord Vibo	Carotaggio continuo	+2,00	29,50	/	7	9
S9	Zona Nord-Est Vibo	Carotaggio continuo	+130,00	8,00	/	2	2
S10	Zona Nord-Est Vibo	Carotaggio continuo	+130,00	12,00	2	3	3
TOTALE				230,50	13	43	68

MASW	Ubicazione	Quota s.l.m. (m)	Sondaggio
1	Zona Sud Vibo	470,00	S2
2	Zona Sud Vibo	480,00	/
3	Zona Sud Vibo	450,00	/
4	Zona Sud-Fst Vibo	510,00	S3
5	Zona Ovest di Vibo	230,00	S4
6	Zona Nord-Ovest Vibo	13,00	S5
7	Zona Nord-Ovest Vibo	19,00	S6
8	Zona Nord Vibo	20,00	S7
9	Zona Nord-Est Vibo	130,00	S9
10	Zona Est Vibo	480,00	S1

Tabella 3. Confronto ubicazione prove Masw e sondaggi

Prova		(Coordinate estremo A (m)	(Coordinate estremo B (m)	Lunghezza stendimento (m)
MASW-1	Lat	4280585,12	4280568,41	46,00
	Long	595398,40	595440,25	
	Lat	4279961,45	4280001,74	46,00
	Long	594245,16	594283,93	
MASW-2	Lat	4280532,64	4280557,54	46,00
	Long	593100,15	593143,42	
MASW-3	Lat	4278848,05	4278853,28	46,00
	Long	591227,57	591181,19	
MASW-4	Lat	4282475,21	4282463,12	46,00
	Long	593099,39	593149,10	
MASW-5	Lat	4285146,03	4285139,13	46,00
	Long	593296,98	593340,74	
MASW-6	Lat	4284836,85	4284810,29	46,00
	Long	593947,67	593987,48	
MASW-7	Lat	4285129,95	4285152,94	46,00
	Long	596134,24	596169,32	
MASW-8	Lat	4285997,23	4286018,10	46,00
	Long	599206,72	599253,32	
MASW-9	Lat	4282918,77	4282890,79	23,00
	Long	598043,42	598032,05	

Tabella 2. Riepilogo prospezioni sismiche tipo Masw

STABOLIO	Tipo di prova
CR	Campione rimaneccato
W _a	Determinazione del contenuto naturale d'acqua
GR	Analisi granulometrica per vagliatura meccanica a umido
LA	Lamini di Amberg c/o per sedimentazione
	* = campioni su cui sono state eseguite le prove integrative riportate nell'Allegato I

Legenda

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Prove di classificazione
S1	CR1	1,60-1,70	W _a , GR, LA
S1	CR2	5,60-5,80	GR
S1	CR3	8,70-8,90	W _a , GR, LA
S1	CR4	12,00-12,20	W _a , GR, LA
S2	CR1	5,60-5,70	W _a , GR, LA
S4	CR1	2,85-3,00	W _a , GR, LA
S5	CR1	4,00-4,30	GR
S5	CR2	5,50-5,65	W _a , GR, LA
S5	CR2 *	5,80-6,00	GR
S5	CR3	7,00-7,30	GR
S5	CR3 *	8,50-8,90	GR
S5	CR6 *	12,45-12,60	GR
S5	CR7 *	15,45-15,60	GR
S5	CR8 *	18,45-18,60	GR
S6	CR1 *	4,00-4,50	GR
S6	CR1	7,10-7,30	W _a , GR, LA
S6	CR2	9,50-9,65	W _a , GR, LA
S6	CR3 *	12,80-13,00	GR
S6	CR4 *	16,80-17,00	GR
S6	CR5 *	18,50-18,80	GR
S6	CR6 *	25,00-25,20	GR
S7	CR1 *	4,00-4,50	GR
S7	CR2 *	7,85-8,00	GR
S7	CR3 *	10,00-10,20	GR
S7	CR4 *	16,90-17,00	GR
S8	CR1	1,70-1,90	GR
S8	CR2	3,20-3,40	GR
S8	CR3	4,80-5,00	GR
S8	CR4	5,50-5,70	GR
S8	CR5	6,80-7,00	GR
S8	CR6	8,80-9,00	W _a , GR, LA
S8	CR7	19,20-19,40	W _a , GR, LA
S9	CR1	3,70-3,80	GR
S9	CR2	5,90-6,00	W _a , GR, LA
S10	CR1	2,00-2,20	W _a , GR, LA
S10	CR2	6,50-6,60	W _a , GR, LA
S10	CR3	9,70-9,90	W _a , GR, LA

Tabella 4. Prove su campioni rimaneccati provenienti dai sondaggi eseguiti.

Sondaggio	Campione	Profondità (m)		Prove SPT	Prove di Classificazione
		da	a		
S1	CR 1	1,60	1,70	Wn, CR, LA	
S1	CI 1	3,00	3,50	Wn, GR, LA, Gs, γ	
S1	CR 2	5,60	5,80	GR	
S1	CR 3	8,70	8,90	Wn, GR, LA	
S1	CR 1	9,00	9,38	SPT 3	Wn, CR, LA
S1		12,00	12,20	SPT 4	Wn, CR, LA
S1		12,00	12,45	SPT 5	
S1		18,00	18,03	SPT 6	
S1		20,00	20,05	SPT 7	
S2	CI 1	3,00	3,50	SPT 1	GR, LA, Wn, Gs, γ
S2	CR 1	5,60	5,70	SPT 2	Wn, CR, LA
S2		6,00	6,45	SPT 3	
S2	CI 2	12,00	12,50	SPT 4	Wn, GR, LA, Gs
S2		15,00	15,45	SPT 5	
S2		18,00	18,45	SPT 6	
S2		21,00	21,45	SPT 7	
S2		24,00	24,45	SPT 8	
S2		28,00	28,39	SPT 9	
S3		3,00	3,45	SPT 1	
S3		6,00	6,02	SPT 2	
S3		9,00	9,01	SPT 3	
S4	CR 1	2,85	3,00	SPT 1	Wn, GR, LA
S4	CI 1	4,50	4,70	SPT 2	Wn, CR, LA, γ
S4		6,00	6,45	SPT 3	
S4		8,80	9,25	SPT 4	
S4		12,00	12,45	SPT 5	
S4		15,30	15,67	SPT 6	
S4		18,50	18,77	SPT 7	
S4		22,00	22,36	SPT 8	
S4		25,00	25,28	SPT 9	
S5	CI 1	2,60	3,00	Wn, GR, LA, γ	
S5	CR 1	4,00	4,30	GR	
S5	CR 2	5,50	5,65	Wn, GR, LA	
S5	CR 2 *	5,80	6,00	GR	
S5	CR 3	7,00	7,30	GR	
S5	CR 3 *	8,50	8,90	GR	
S5		9,00	9,45	SPT 3	
S5		12,00	12,45	SPT 4	GR
S5	CR 6 *	12,45	12,60	SPT 5	GR
S5		15,00	15,45		
S5	CR 7 *	15,45	15,60		GR

Tabella 5. Riepilogo prove SPT e prove di classificazione sui campioni prelevati

Sondaggio	Campione	Profondità (m)		Prove SPT	Prove di Classificazione
		da	a		
S5		18,00	18,45	SPT 6	GR
S5	CR 8 *	18,45	18,60	SPT 7	
S5		22,00	22,45	SPT 8	
S6	CR 1 *	4,00	4,50	SPT 1	GR
S6		7,00	7,45	SPT 2	
S6	CR 1	7,10	7,30		Wn, GR, LA
S6	CR 2	9,50	9,65		Wn, GR, LA
S6	CR 3 *	12,80	13,00	SPT 3	GR
S6		13,00	13,45	SPT 4	
S6		16,00	16,45	SPT 5	
S6	CR 4 *	16,80	17,00		GR
S6		18,50	18,80		GR
S6	CR 5 *	19,00	19,45	SPT 6	
S6		21,00	21,20	SPT 7	
S6		25,00	25,20	SPT 8	GR
S6	CR 6 *	25,00	25,45	SPT 9	
S7	CR 1 *	4,00	4,50	SPT 1	GR
S7		7,00	7,45	SPT 2	
S7	CR 2 *	7,85	8,00		GR
S7	CR 3 *	10,00	10,20		GR
S7		10,00	10,45	SPT 3	
S7		13,50	13,76	SPT 4	
S7		16,50	16,95	SPT 5	
S7	CR 4 *	16,90	17,00		GR
S7		19,00	19,45	SPT 6	
S7		21,00	21,33	SPT 7	
S7		24,00	24,45	SPT 8	
S7		28,00	28,45	SPT 9	
S8	CR 1	1,70	1,90		GR
S8		3,00	3,45	SPT 1	
S8	CR 2	3,20	3,40		GR
S8	CR 3	4,80	5,00		GR
S8	CR 4	5,50	5,70		GR
S8	CR 5	6,80	7,00		GR
S8		6,00	6,45	SPT 2	
S8	CR 6	8,80	9,00		Wn, GR, LA
S8		9,00	9,45	SPT 3	
S8		12,00	12,45	SPT 4	
S8		14,80	14,83	SPT 5	
S8		18,00	18,45	SPT 6	
S8	CR 7	19,20	19,40		Wn, GR, LA
S8		21,00	21,24	SPT 7	
S8		23,50	23,55	SPT 8	
S8		28,00	28,42	SPT 9	
S9		3,00	3,45	SPT 1	
S9	CR 1	3,70	3,80		GR
S9	CR 2	5,90	6,00		Wn, GR, LA
S9		6,00	6,45	SPT 2	
S10	CR 1	2,00	2,20		Wn, GR, LA
S10		4,80	5,25	SPT 1	

Sondaggio	Lunghezza Perforazione (m)	Lunghezza inibizione (m)	Livello falda (m)
S1	20,00	20,00	assente
S2	30,00	30,00	assente
S3	11,00	11,00	assente
S4	30,00	30,00	assente
S5	30,00	30,00	7,05
S6	30,00	30,00	15,71
S7	30,00	30,00	6,46
S8	29,50	29,50	3,30
S9	8,00	7,50	assente
S10	12,00	11,00	1,55

Tabella 7. Quadro dei piezometri installati e relative letture

Sondaggio	Campione	Profondità	Prove
S1	CH	3,00-3,50	W _n , GR, LA, G _s , γ, TD
S2	CI 1	3,00-3,50	W _n , GR, LA, G _s , γ, TD
S2	CI 2	12,00-12,50	W _n , GR, LA, G _s
S4	CI 1	4,50-4,70	W _n , γ, GR, LA, TD
S5	CH	2,60-3,00	W _n , γ, GR, LA, TD

Legenda:

CI = Campione indisturbato
 G_s = Peso specifico dei grani
 γ = Peso dell'unità di volume
 GR = Analisi granulometrica per vagliatura meccanica a umido e/o per sedimentazione
 LA = Limiti di Atterberg
 W_n = Contenuto naturale d'acqua
 TD = Prova di taglio diretto

Tabella 6. Prove condotte su campioni indisturbati

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Prove SPT	Prove di Classificazione
S10	CR 2	8,00	SPT 2	W _n , GR, LA
S10		6,50		
S10		11,00	SPT 3	W _n , CR, LA
S10	CR 3	9,70		

Legenda

Tipo di prova

Prova penetrometrica statica SPT

Analisi granulometrica per vagliatura meccanica e/o sedimentazione

Limiti di Atterberg

Contenuto naturale d'acqua

Peso specifico dei grani

G_s

3. RISULTATI DELLE INDAGINI E DELLE PROVE IN SITO E IN

LABORATORIO

3.1 ZONA EST

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibo Valentia ad Est, ad una quota s.l.m. di 480 m e nei pressi del confine con i Comuni di S. Costantino e S. Costantino, è stato eseguito solo sondaggio relativo prove in sito ed in laboratorio. In particolare, nel foro di sondaggio e sui campioni prelevati nel corso dello stesso sono state condotte le seguenti prove:

- n. 7 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 5 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
- n. 5 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 1 determinazione del peso specifico dei costituenti solidi;
- n. 4 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 1 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- n. 1 determinazione del peso dell'unità di volume;
- n. 1 prova di taglio diretto;
- n. 1 condizionamento foto per letture piezometriche.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S1, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita la prospezione sismica MASW 10 con i seguenti parametri: distanza interfonometrica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla Geoconsol s.r.l.

3.1.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

I terreni che si riscontrano lungo l'unica verticale di sondaggio condotta fino alla profondità di 20,00 dal p.c., ad eccezione dello stato superficiale costituito da terreno di riporto di spessore di circa 1,20 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come "ghiaie ad alterazione intensa con interalli fino a pianificazione ad alterazione elevata" (da profondità 1,20 m fino a 14,00 m) e, come "complesso da molto a estremamente fratturato di ghiaie" (da ad alterazione debole e suborizzontalmente media con alternanza di bande lenticolate e melanocroate che rendono evidente la stratificazione, prevalentemente sub-orizzontale, ondulato-irregolare" (da profondità 14,00 m fino a 20,00 m).

Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite su campioni prelevati fino alla profondità di 12,20 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di sabbia con limo argillosa (campione CR1), sabbia con ghiaia debolmente limosa (campione CR1), sabbia limosa debolmente ghiaiosa e argillosa (campione CR2), limi inorganici di media compressibilità e limi organici (campioni CR3 e CR4). I terreni presenti a profondità maggiori di 12,20 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/TS 14688-1 mentre i terreni coesivi sono stati classificati mediante la carta di plasticità di Casagrande.

La falda, rilevata in data 9 luglio 2013, risulta assente fino alla profondità di 20,00 m dal p.c.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si sono determinati valori del limite di liquidità w_L compresi tra il 27,9% (campione CR1) al 45,8% (campione CR4) e del limite di plasticità w_p compresi tra il 21,7% (campione CR1) e il 33% (campione CR4). L'indice di plasticità I_p risulta variabile dal 5,6% (campione CR1) al 16,0% (campione CR1) e il 31,9% (campione CR3). L'indice di consistenza I_c risulta variabile da 0,76 (campione CR3) a 2,07 (campione CR1), indicando terreni a grana fine di consistenza da solido plastica a semisolidi.

Inoltre, le analisi condotte sull'unico campione indisturbato, prelevato ad una profondità compresa tra 3,00 e 3,50 m dal p.c. (campione CR1), hanno fornito un contenuto naturale d'acqua w_n pari a 18,9%, un valore del peso specifico dei costituenti solidi γ_s pari a 24,8 kN/m³ e un peso dell'unità di volume pari a circa 20 kN/m³ (campione CR1). I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche eseguite sono riportati nelle tabelle 8 e 9, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 1.

3.1.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle formazioni presenti nella colonna stratigrafica del sondaggio S1 sono state condotte prevalentemente prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT e una sola prova di taglio diretto sul campione indisturbato (C11) prelevato ad una profondità compresa tra i 3,00 e 3,50 m dal p.c. I risultati delle prove penetrometriche condotte sono illustrati in Tabella 10, mentre quelli relativi alle prove di laboratorio sul campione indisturbato prelevato nel sondaggio S1 sono illustrati in Tabella 11. L'interpretazione delle prove SPT, svolta tenendo conto, laddove possibile, dei risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati in prossimità delle profondità a cui sono state eseguite le stesse prove penetrometriche, e utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nella Tabella 12. Dall'analisi dei risultati delle prove in sito e di laboratorio è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

con riferimento all'unica prova di laboratorio condotta sul **campione indisturbato C11** (3,00-3,50 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco *

$$\phi' = 38^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

(coesione efficace)

* - data l'incongruenza dei valori sperimentali l'attendibilità del risultato è bassa.

Con riferimento alle prove in sito si osserva che la presenza di materiali grossolani ha comportato che le prove SPT siano andate a rifiuto ad eccezione della sola prova **SPT4** (12,00-12,45 m) eseguita su materiali classificati in base alla carta di plasticità di Casagrande come "liminofragili di media compressibilità e non organici" a cui si possono associare valori di:

Resistenza al taglio in condizioni non drenate

$$C_u = 190 \text{ kPa}$$

Sulla base dei risultati disponibili non è possibile la determinazione dei parametri di deformabilità.

In ogni caso, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotti in relazione alle dimensioni dell'area in esame e considerato il numero ridotto di prove SPT interpretabili, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geotecniche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

3.1.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

(come previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 delle N.T.C. del 2008, la valutazione del potenziale di liquefazione relativa all'area in cui è stato eseguito il sondaggio S1 non è stata eseguita in quanto la falda risulta assente fino alla profondità investigata di 20,00 m dal p.c. Inoltre, le analisi granulometriche condotte sembrano dimostrare la presenza di terreni che, per tipologia geotecnica, non sono suscettibili a liquefazione in quanto i coefficienti di uniformità risultano maggiori di 3,5.

3.1.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III N.T.C./2008). Queste ultime, fatte salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geconsol s.r.l.

La categoria di sottosuolo, individuata in funzione del valore della $V_{s,30}$ calcolato, è riportata sul certificato di prova relativo alla MASW 10 allegato al rapporto tecnico delle indagini. Tuttavia, in base al numero limitato di prove svolte tenuto conto dell'estensione dell'area in esame e dei risultati delle prove eseguite (analisi granulometriche, etc.) non si può escludere che tali terreni possano ricadere in categorie di sottosuolo diverse.

I risultati della prova MASW 10, così come forniti dalla Geconsol s.r.l., sono riportati nella tabella 13 e nel grafico di figura 2.

Note: I valori sono riferiti ai risultati ottenuti dalle prove eseguite sui provini 2 e 3.				
Sondaggio	Campione	Profondità	C (kPa)	ϕ (%)
S1	CI 1	3,00-3,50	10	38
		C _u (kPa)		
		/		

Tabella 11. Risultati della prova di taglio diretto condottasi su campione indisturbato CI 1 prelevato nel sondaggio S1

Sondaggio		Prova	Profondità (m)	a	N1	N2	N3	N _{SPT}
S1	SPT 1	3,50	3,73	40	8R	/	R	R
S1	SPT 2	6,00	6,21	38	9R	/	R	R
S1	SPT 3	9,00	9,38	33	40	8R	R	R
S1	SPT 4	12,00	12,45	17	21	30	51	51
S1	SPT 5	15,00	15,41	31	21	11R	R	R
S1	SPT 6	18,00	18,03	3R	/	/	R	R
S1	SPT 7	20,00	20,05	5R	/	/	R	R

Tabella 10. Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S1

Sond	Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _t (%)	W _p (%)	I _p (%)	A	G _s (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	Classificazione	Limi organici di compressibilità	Argille inorganiche di media plasticità	Limi organici di compressibilità	Limi inorganici di compressibilità	Limi organici e limi organici
S1	CR 1	1,60-1,70	16,2	27,85	22,24	5,61	2,07	0,47	/						
	CI 1	3,00-3,50	18,8	37,69	21,65	16,04	1,17	/	24,76	20					
	CR 2	5,60-5,80	/	/	/	/	/	/	/						
	CR 3	8,70-8,90	34,9	45,69	31,59	14,10	0,76	0,31	/						
	CR 4	12,00-12,20	31,2	45,79	32,95	12,85	1,14	0,58	/						

Tabella 9. Confronto naturale d'acqua, limi di Atterberg, indice di plasticità, indice di consistenza, indice di attività, peso specifico dei costituenti solidi e peso dell'unità di volume (sondaggio S1)

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CEN ISO 17892-4)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S1	CR 1	1,60-1,70	Sabbia con limo argillosa	4	58	26	12
S1	CI 1	3,00-3,50	Sabbia con ghiaia debolmente limosa	/	/	/	/
S1	CR 2	5,60-5,80	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa argillosa	9	61	23	7
S1	CR 3	8,70-8,90	Argilla sabbiosa limosa debolmente ghiaiosa	10	23	22	45
S1	CR 4	12,00-12,20	Limo argilloso sabbioso debolmente ghiaioso	10	21	47	22

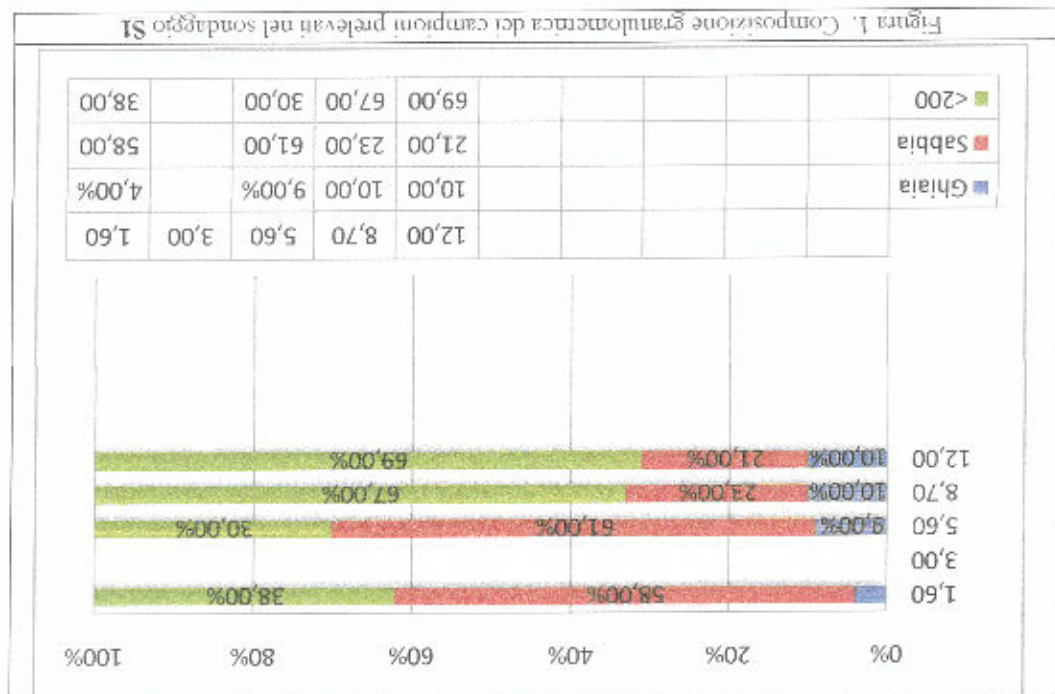
Tabella 8 - Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S1

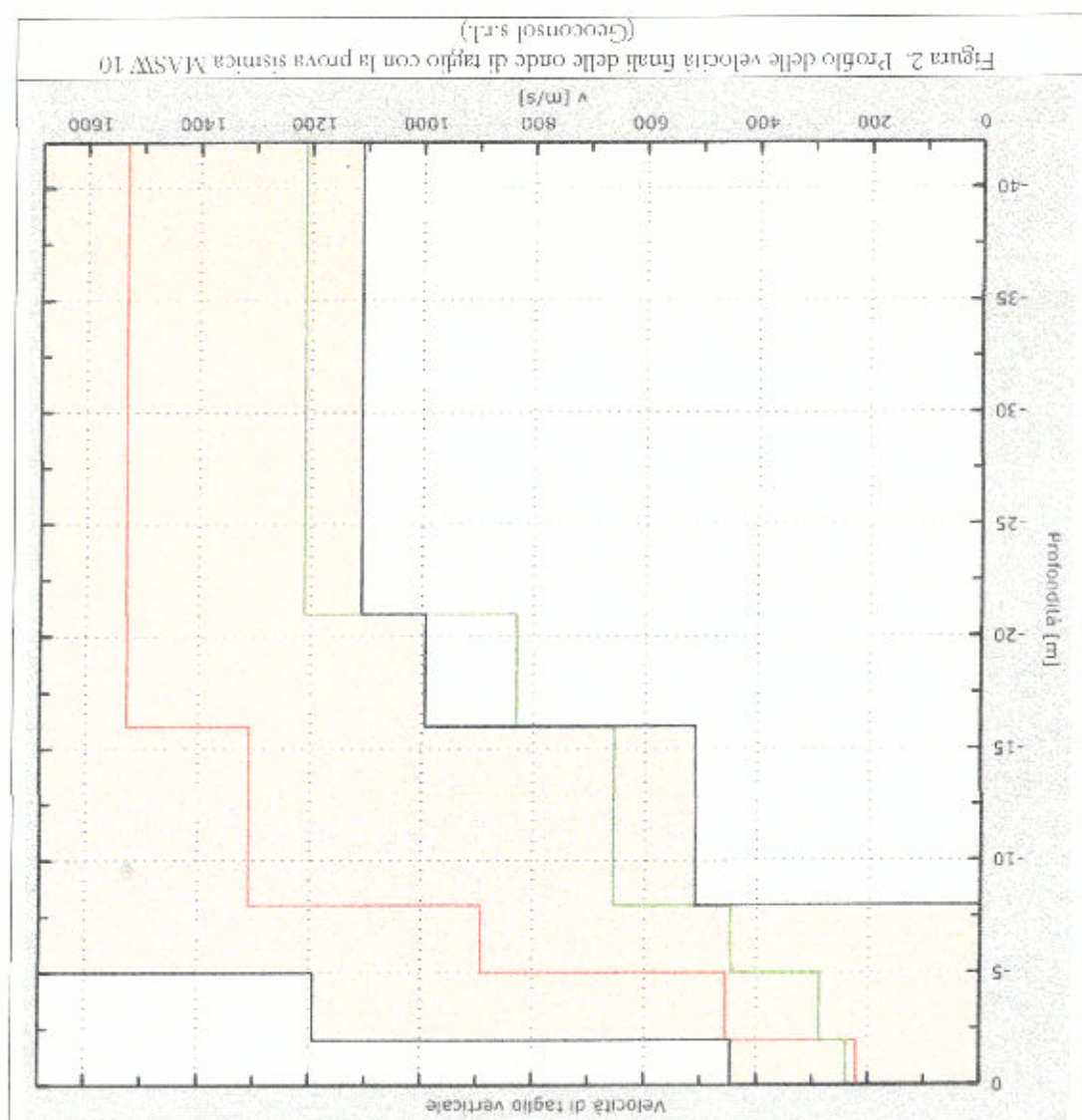
Tabella 12. Elaborazione prove SPT sondaggio S1 per determinazione caratteristiche meccaniche

Prova	Profondità (m)		σ_v kN/m ²	N _{spt}	N _{t(60)}	G-H	Sk	Schmertmann			C _u (kPa)		Moduli (Mpa)	
	da	a						Dr	Dr _{C-H}	Dr _{SK}	min.	max.	E ₂₅	G ₀
SPT 1	3,50	3,73	74,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 2	6,00	6,24	128,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 3	9,00	9,38	188,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 4	12,00	12,45	246,00	S1	40	/	/	/	/	/	190	/	/	/
SPT 5	15,00	15,41	306,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 6	18,00	18,03	366,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 7	20,00	20,05	404,00	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tabella 13. Risultati prova sismica MASW 10 (Cocconsol s.r.l.)

Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V _s (m/sec)	V _{s30} (m/sec)	Tipo di Suolo
1	2,00	2,00	220,65	874	A
2	3,00	5,00	454,77		
3	3,00	8,00	891,44		
4	4,00	12,00	1309,5		
5	4,00	16,00	1309,5		
6	5,00	21,00	1526,03		
7	5,00	26,00	1528,44		
8	6,00	32,00	1528,75		





3.2 ZONA SUD

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibio orientata a Sud, ad una quota s.l.m. di 470 m e poco a monte della S.S. 182 (Vibio Valenta S. Gregorio d'Ippona), è stato eseguito il solo sondaggio S2 e le relative prove in sito ed in laboratorio. In particolare, nel foro di sondaggio e sui campioni prelevati nel corso dello stesso sono state condotte le seguenti prove:

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 3 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
- n. 3 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 2 determinazione del peso specifico dei costituenti solidi;
- n. 3 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 3 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- n. 1 determinazione del peso di volume;
- n. 1 prova di taglio diretto.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S2, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita la prospezione sismica **MASW 1** con i seguenti parametri: distanza interfononica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta Geocconsol s.r.l.

3.2.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

La sola formazione che si riscontra lungo l'unica verticale di sondaggio, condotta fino alla profondità di 30,00 m dal p.c., ad eccezione di un primo strato superficiale di "coltre agriaria e pedogenitica", di spessore di circa 2,80 m, è descrittivamente riportata come "sabbia (prevalentemente media e fine) da limosa a con limo con vari clasti della taglia fini e medie".

La classificazione dal punto di vista geotecnico dei terreni, eseguita sui campioni prelevati fino alla profondità di 12,50 m dal p.c., ha evidenziato la presenza di sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa (campione C11), sabbia limosa argillosa (campione CR2) e sabbia debolmente ghiaiosa e limosa (campione C12). La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/TS 14688-1.

La falda, rilevata in data 23 luglio 2013, risulta assente fino alla profondità di 30,00 m da p.c..

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si sono determinati valori del limite di liquidità w_{compres} tra il 24,6% (campione C12) e il 41,3% (campione C11). L'unico limite di plasticità w_p, ritenuto attendibile è pari al 29,6% (campione CR2).

L'indice di plasticità I_p, dove è stato possibile determinarlo, risulta pari a 2,03%. Il contenuto naturale d'acqua w_n è risultato variabile tra il 19,50% (campione C12) e il 29,7% (campione CR2).

L'indice di consistenza I_c, dove è stato possibile determinarlo, risulta pari a 0,93 (campione CR2) indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza solido plastica.

Inoltre, le analisi condotte sui campioni indisturbati prelevati nel corso del sondaggio S2 hanno fornito valori medi del peso specifico dei costituenti solidi G_s pari a 25,2 kN/m³ e valori del peso dell'unità di volume pari a circa 18 kN/m³ (campione C11).

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre sono riportati nelle tabelle 14 e 15 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 3.

3.2.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle formazioni presenti nella colonna stratigrafica del sondaggio S2 sono state condotte prevalentemente prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT e una sola prova di taglio diretto sul campione indisturbato CII (prelevato ad una profondità compresa tra i 3,00 e 3,50 m dal p.c.).

I risultati delle prove penetrometriche condotte sono illustrati in Tabella 16, mentre quelli relativi alla prova di laboratorio sul campione indisturbato prelevato durante lo stesso sondaggio sono illustrati in Tabella 17.

L'interpretazione delle prove SPT, svolta tenendo conto, laddove possibile, dei risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati in prossimità delle profondità a cui sono state eseguite le stesse prove penetrometriche, e utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nella Tabella 18. L'andamento dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT con la profondità è rappresentato in figura 4.

Dall'analisi dei risultati delle prove è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

con riferimento alla sola prova di laboratorio condotta sul **campione indisturbato CII** (3,00-3,50 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi^* = 29^\circ - 35^\circ$
 Coesione efficace $c^* \approx 0 \text{ kPa}$

con riferimento alle prove in sito eseguite da **SPT₁-SPT₈** (da 3,50 a 24,45 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi^* = 29^\circ - 38^\circ$
 Modulo Elastico drenato $E_{25}^* = 29.000 - 54.000 \text{ kPa}$
 Modulo Elastico a taglio $G_0 = 53.000 - 117.000 \text{ kPa}$
 Densità relativa $DR = 44 - 69 \%$

In ogni caso, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, necessano prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

3.2.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Come previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 delle N.T.C. del 2008, la valutazione del potenziale di liquefazione relativa all'area in cui è stato eseguito il sondaggio S2 non è stata eseguita in quanto la falda risulta assente fino alla profondità investigata di 30,00 dal p.c..

3.2.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.11 e 3.2.111 N.T.C./2008). Queste ultime, fatte salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativamente interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geconsol s.r.l.

La categoria di sottosuolo, individuata in funzione del valore della $V_{s,30}$ calcolato, è riportata sul certificato di prova relativo alla MASW 1 allegato al rapporto tecnico delle indagini. Tuttavia, in base al numero limitato di prove svolte vista l'estensione dell'area in esame, non si può escludere che tali terreni possano ricadere in categorie di sottosuolo diverse.

I risultati della prova MASW 1, così come forniti dalla Geconsol s.r.l., sono riplotati nella tabella 19 e nel grafico di figura 5.

[illegible]

Tabella 18. Elaborazione prove **SPT** sondaggio S2 per determinazione caratteristiche meccaniche

S2	C11	3.00-3.50	40	29 - 35	/
Sondaggio Campione	Profondità	C (kPa)	ϕ (°)	Cu (kPa)	

Tabella 17. Risultati della prova di taglio diretto condotta sul campione indisturbato C1 1 prelevato nel sondaggio S2

Sondaggio		Prova	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
S2	SPT 1	3,50	3,95	4	8	12	20
S2	SPT 2	6,00	6,45	5	7	6	13
S2	SPT 3	9,00	9,45	7	13	20	33
S2	SPT 4	12,50	12,95	13	21	25	46
S2	SPT 5	15,00	15,45	7	12	19	31
S2	SPT 6	18,00	18,45	9	13	21	34
S2	SPT 7	21,00	21,45	18	27	36	63
S2	SPT 8	24,00	24,45	21	39	45	84
S2	SPT 9	28,00	28,39	37	42	98	8

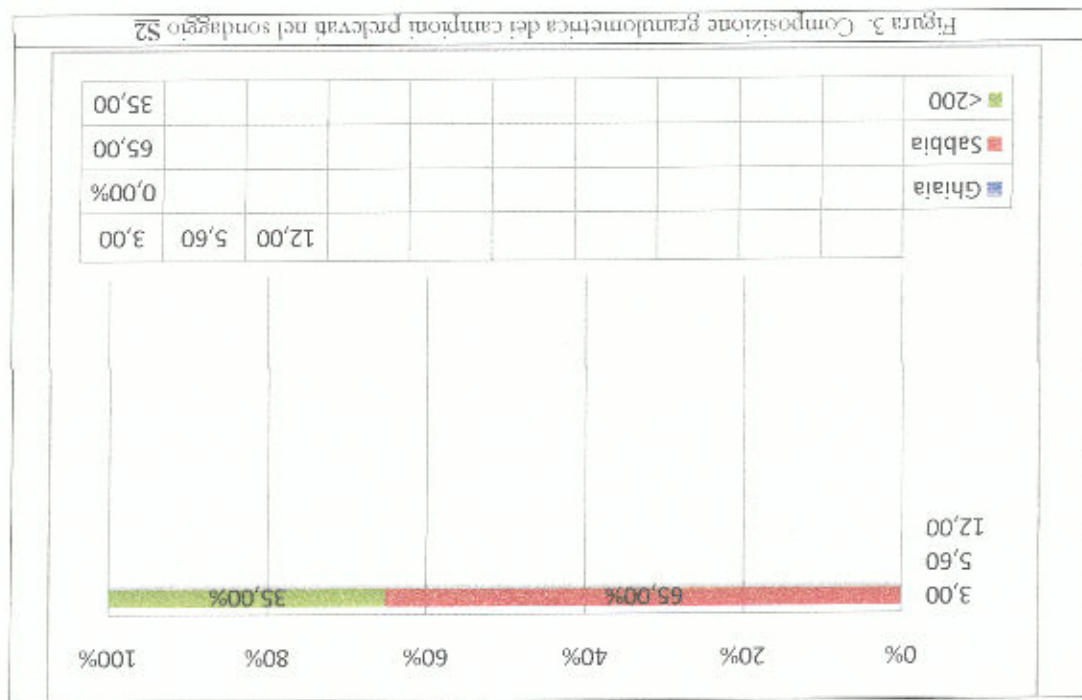
Tabella. 16- Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S2

Sond.	Campione	Profondità (m)	Wn (%)	Wp (%)	Ip (%)	Ic	A	Gs (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	Classificazione
S2	C1 1	1,60-1,70	25,22	41,26	ND	/	/	/	18	/
	CR 2	3,00-3,50	29,72	31,60	29,57	2,03	0,93	0,14	/	Lami inorganici di media compressibilità
	C1 2	5,60-5,80	19,50	24,59	26,42	ND	/	/	/	/

Tabella 15. (Contenuto naturale d'acqua, limiti di Amberg, indice di plasticità, indice di consistenza, indice di attività, peso specifico dei costituenti solidi e peso dell'unità di volume (sondaggio)

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CLN ISO/TS 17892-4)	Chiana (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S2	CI 1	3,00-3,50	Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa	/	/	/	/
S2	CR 2	5,60-5,70	Sabbia limosa argillosa	/	65	20	15
S2	CI 2	12,00-12,50	Sabbia debolmente ghiaiosa e limosa	/	/	/	/

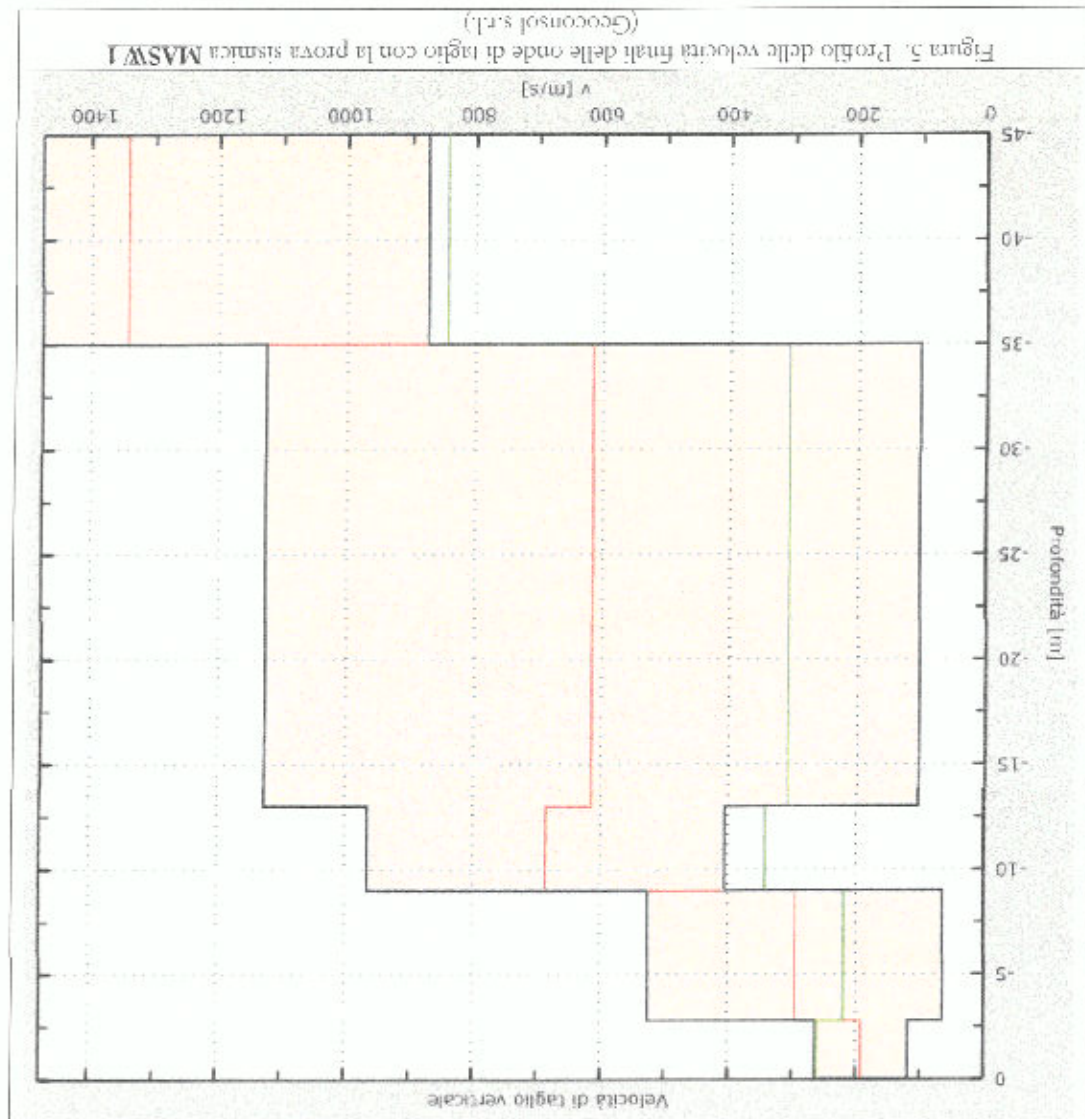
Tabella 14 - Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S2



Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30 (m/sec)	B
1	2.80	2.80	191.14	133	
2	6.2	9.00	295.00		
3	4	13.00	685.18		
4	17	30.00	614.77		
Tipo di Suolo					

SPT 9	28.00	28.39	56+00	R	R	/	/	/	/	/	/
-------	-------	-------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---





3.3 ZONA Sud-Est

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibo Valentia a Sud-Est, ad una quota s.l.m. di 510 m nei pressi della frazione "Vena superiore" dello stesso Comune, è stato eseguito il solo sondaggio S3 e le relative prove in sito. In particolare, nel foro di sondaggio sono state condotte solo n. 3 prove penetrometriche dinamiche standard SPT.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S3, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita la prospezione sismica **MASW 4** con i seguenti parametri: distanza intergeofonica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. L'esatta ubicazione topografica della prova Masw e del sondaggio eseguiti sono riportati sulla Tav. 4. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta (Cocconsol s.r.l.).

3.3.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

I terreni che si riscontrano lungo l'unica verticale di sondaggio condotta fino alla profondità di 11,00 m dal p.c., ed eccezione di un primo strato superficiale di "coltre di copertura pedogenetica, parzialmente rimangiata dalle lavorazioni agrarie fino a circa 0,70 m" di spessore di circa 1,90 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come "coltre di alterazione costituita da sabbia da con limo a limosa, localmente con bande fino a circa 50 cm spesse ad alterazione media, molto frantumata (in particolare +50 - 5,00 m) da profondità 1,90 m fino a 8,00 m) e, come "complesso granitico s.l. ad alterazione da debole a media con struttura olotritica a grana grossa e sabbia nulla o mal riconoscibile negli spessori carotati originati molto rimangiati dalla perforazione fino a circa 10 m" (da profondità 8,00 m fino a 11,00 m).

Non sono state eseguite né prove di classificazione sui campioni rimangiati prelevati né prove meccaniche, pertanto non è stato possibile eseguire la classificazione geotecnica delle formazioni presenti.

La falda, rilevata in data 23 luglio 2013, risulta assente fino alla profondità di 11,00 m dal p.c..

3.3.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle formazioni presenti nella colonna stratigrafica del sondaggio S3 sono state condotte solo prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT.

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche standard condotte sono illustrati in Tabella 20.

L'interpretazione delle prove SPT, svolta utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nella Tabella 21.

Dall'analisi dei risultati dell'unica prova SPT interpretabile (SPT1) è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

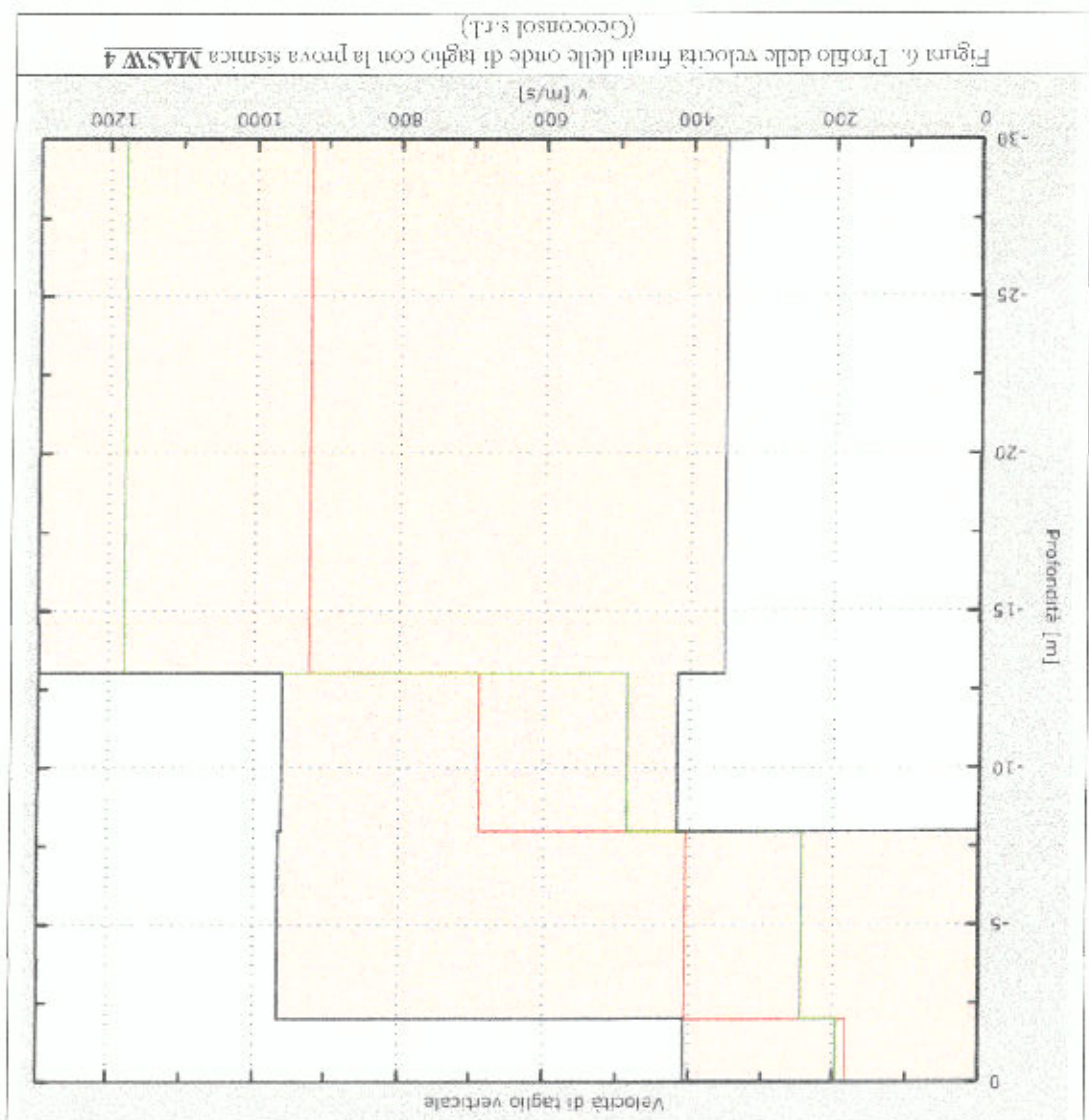
con riferimento all'unica prova in sito interpretabile **SPT1** (3,00 - 3,45 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi' = 42^\circ$
Modulo Elastico drenato	$E'_{25} = 78.000 \text{ kPa}$
Modulo Plastico a taglio	$G_a = 81.000 \text{ kPa}$
Densità relativa	$DR = 80 - 89 \%$

In ogni caso, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, tenuto conto dell'assenza di prove di laboratorio è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

3.3.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

In mancanza di prove geotecniche idonee, per quanto attiene ai terreni sciolti che interessano, lungo la verticale investigata, i primi 8,00 m di profondità dell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S3, la valutazione del potenziale di liquefazione non è stata possibile. Si segnala comunque che fino alla profondità investigata, pari a 11,00 m dal p.c., la falda risulta assente.



3.4 ZONA OVEST

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibio orientata a Ovest, ad una quota s.l.m. di 230 m nei pressi della frazione "I ripari" dello stesso Comune, è stato eseguito il solo sondaggio S4 e le relative prove in sito ed in laboratorio. In particolare, nel foro di sondaggio e sui campioni prelevati nel corso dello stesso sono state condotte le seguenti prove:

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 2 analisi granulometriche per vaghiatura meccanica;
- n. 2 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 2 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 2 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- n. 1 determinazione del peso dell'unità di volume;
- n. 1 prova di taglio diretto.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S4, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita la prospezione sismica **MASW 5** con i seguenti parametri: distanza interfononica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. L'esatta ubicazione topografica della prova Masw e del sondaggio eseguitosi sono riportati sulla Tav. 4. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta Citeconsol s.r.l.

3.4.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

I terreni che si riscontrano lungo l'unica verticale di sondaggio, condotta fino alla profondità di 30,00 m dal p.c., ad eccezione dello strato superficiale costituito da "limo con sabbia in parte rimangiata" di spessore di circa 0,60 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come "calcarei evaporati da pseudosolerti a litali tenuti, con intercalazioni decimetriche di marne calcaree diffuse, di calcari massosi e di più rare marne argillose consistenti e moderatamente plastiche" (da profondità 0,60 m fino a 9,40 m), come "limo con sabbia fine argillosa ricco di materia organica" (da profondità 9,40 m fino a 10,50 m), come "ghiaia prevalentemente media e grossa con sabbia debolmente arenacea con intercalazioni di arenarie litate tenere di natura calcarea e/o feldspatite quarzosa, e sabbie medie e fini" (da profondità 11,40 m fino a 30,00 m).

Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo sui campioni prelevati fino alla profondità di 4,70 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di sabbia con limo inorganico ad alta compressibilità e argille organiche (campioni CR1) e sabbia con limo debolmente ghiaiosa e argillosa e argille inorganiche di bassa plasticità (campioni C11). I terreni presenti a profondità maggiori di 4,70 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/TS 14688-1, mentre i terreni a grana fine sono stati classificati mediante la carta di plasticità di Casagrande.

La falda, rilevata in data 23 luglio 2013, risulta assente fino alla profondità di 30,00 m dal p.c. Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si sono determinati valori del limite di liquidità w_L compresi tra il 20,3 % (campioni C11) e il 54,9 % (campioni CR1) e del limite di plasticità w_P compresi tra il 18,3 % (campioni C11) e il 36 % (campioni CR1). L'indice di plasticità **Ip**, risulta variabile dal 2 % (campioni C11) al 18,9 % (campioni CR1). Il contenuto naturale d'acqua w_n è risultato variabile tra il 14,7 % (campioni C11) e il 34,2 % (campioni CR1). L'indice di consistenza **Ic**, dove è stato possibile determinarlo, risulta variabile da 1,10 (campioni CR1) a 2,81 (campioni C11) indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza da semisolida a solida.

Inoltre, le analisi condotte su uno solo dei tre campioni indisturbati prelevati nel corso del sondaggio S4 hanno fornito valori del peso dell'unità di volume pari a circa 18 kN/m³ (campioni C11). I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre sono riportati nelle tabelle 23 e 24 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 7.

3.4.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle formazioni presenti nella colonna stratigrafica del sondaggio S4 sono state condotte prevalentemente prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT e una sola prova di taglio diretto su campione indisturbato (C11) prelevato ad una profondità compresa tra i 4,50 e 4,70 m dal p.c. I risultati delle prove penetrometriche condotte sono illustrati in Tabella 25, mentre quelli relativi alla prova di taglio diretto sono illustrati in Tabella 26.

L'interpretazione delle prove SPT, svolta tenendo conto dei risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni prelevati in prossimità delle profondità a cui sono state eseguite le stesse prove penetrometriche, e utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nella Tabella 27. L'andamento dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT con la profondità è rappresentato nella figura 8.

Dall'analisi dei risultati delle prove in sito e in laboratorio è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

con riferimento alla sola prova di laboratorio sul **campione indisturbato C11** (4,50-4,70 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi^* = 31^\circ$
 Coesione efficace $c^* = 0 \text{ kPa}$

con riferimento alle prove da **SPT2a-SPT4** (da 6,00 a 12,45 m):

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi^* = 34^\circ - 38^\circ$
 Modulo Elastico drenato $E'_{25} = 36.000 - 43.000 \text{ kPa}$
 Modulo Elastico a taglio $G_0 = 68.000 - 88.000 \text{ kPa}$
 Densità relativa $D_R = 58 - 75 \%$

In ogni caso, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

3.4.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

(come previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 delle N.T.C. del 2008, la valutazione del potenziale di liquefazione relativa all'area in cui è stato eseguito il sondaggio S4 non è stata eseguita in quanto, fino alla profondità investigata di 30,00 dal p.c., la falda risulta assente).

3.4.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III N.T.C./2008). Queste ultime, fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geconsol s.r.l.

La categoria di sottosuolo, individuata in funzione del valore della $V_{s,30}$ calcolato, è riportata sul certificato di prova relativo alla MASW 5 allegato al rapporto tecnico delle indagini. Tuttavia, in base al numero limitato di prove svolte vista l'estensione dell'area in esame, non si può escludere che tali terreni possano ricadere in categorie di sottosuolo diverse.

I risultati della prova MASW 5, così come forniti dalla Geconsol s.r.l., sono riportati nella tabella 28 e nel grafico di figura 9.

S4	CI 1	4,50-4,70	6,33	31	/
Sondaggio	Campione	Profondità	C(kPa)	ϕ (%)	Cu(kPa)

Tabella 26. Risultati della prova di taglio diretto condotta sul campione indisturbato **CI1** prelevato nel sondaggio **S4**

Note:							
Sondaggio	Prova	da	Profondità (m)	N1	N2	N3	N _{SPT}
		a					
S4	SPT 1	3,00	3,41	27	39	11R	R
S4	SPT 2	6,00	6,45	5	9	14	23
S4	SPT 3	8,80	9,25	8	13	19	32
S4	SPT 4	12,00	12,45	16	21	37	58
S4	SPT 5	15,30	15,67	28	42	7R	R
S4	SPT 6	18,50	18,77	31	12R	/	R
S4	SPT 7	22,00	22,36	30	41	6R	R
S4	SPT 8	25,00	25,28	31	13R	/	R
S4	SPT 9	28,00	28,35	29	42	5R	R

Note:

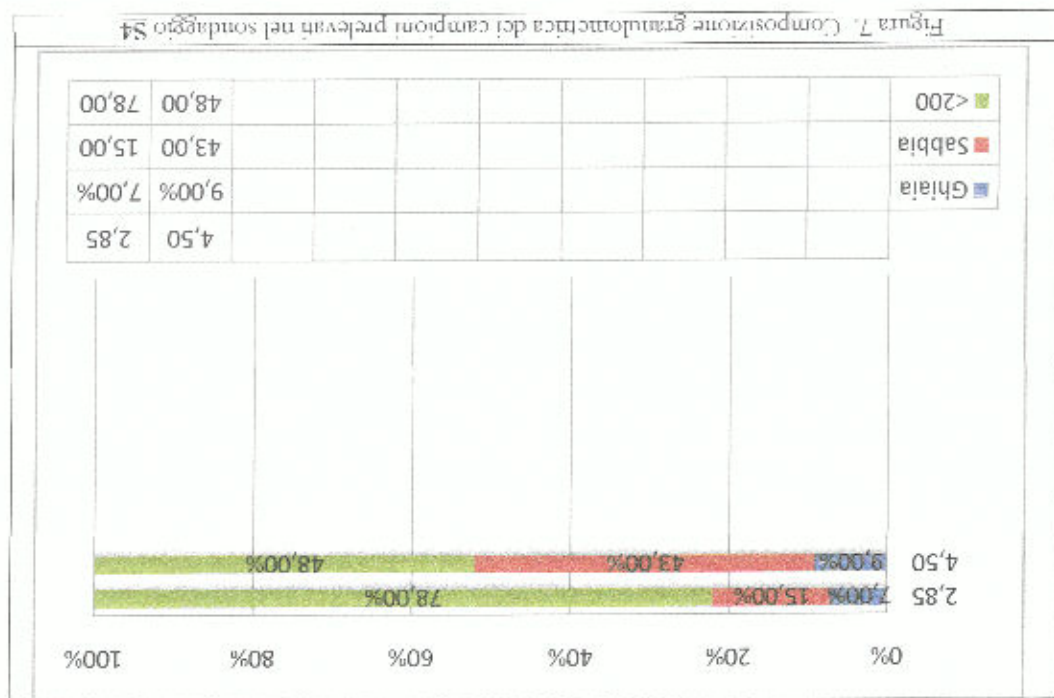
Tabella 25- Risultati delle prove **SPT** condotte nel sondaggio **S4**

Sond.	Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _c	A	γ (kN/m ³)	Classificazione
S4	CR 1	2,85-3,00	34,20	54,89	36,02	18,87	1,10	1,18	/	limi inorganici di alta compressibilità e argille organiche
	CI 1	4,50-4,70	14,71	20,28	18,30	1,98	2,81	0,28	18	Argille inorganiche di bassa plasticità

Tabella 24. Contenuto naturale d'acqua, limi di Atterberg, indice di consistenza, indice di attività, peso dell'unità di volume dei campioni prelevati nel sondaggio **S4**

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CLN ISO/TS 17892-4)	Ghiara (%)	Sabbia (%)	Lim. (%)	Argilla (%)
S4	CR 1	2,85-3,00	Lim. argilloso sabbioso debolmente ghiaioso	7	15	62	16
S4	CI 1	4,50-4,70	Sabbia con limo debolmente ghiaiosa e argillosa	9	43	41	7

Tabella 23 - Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio **S4**

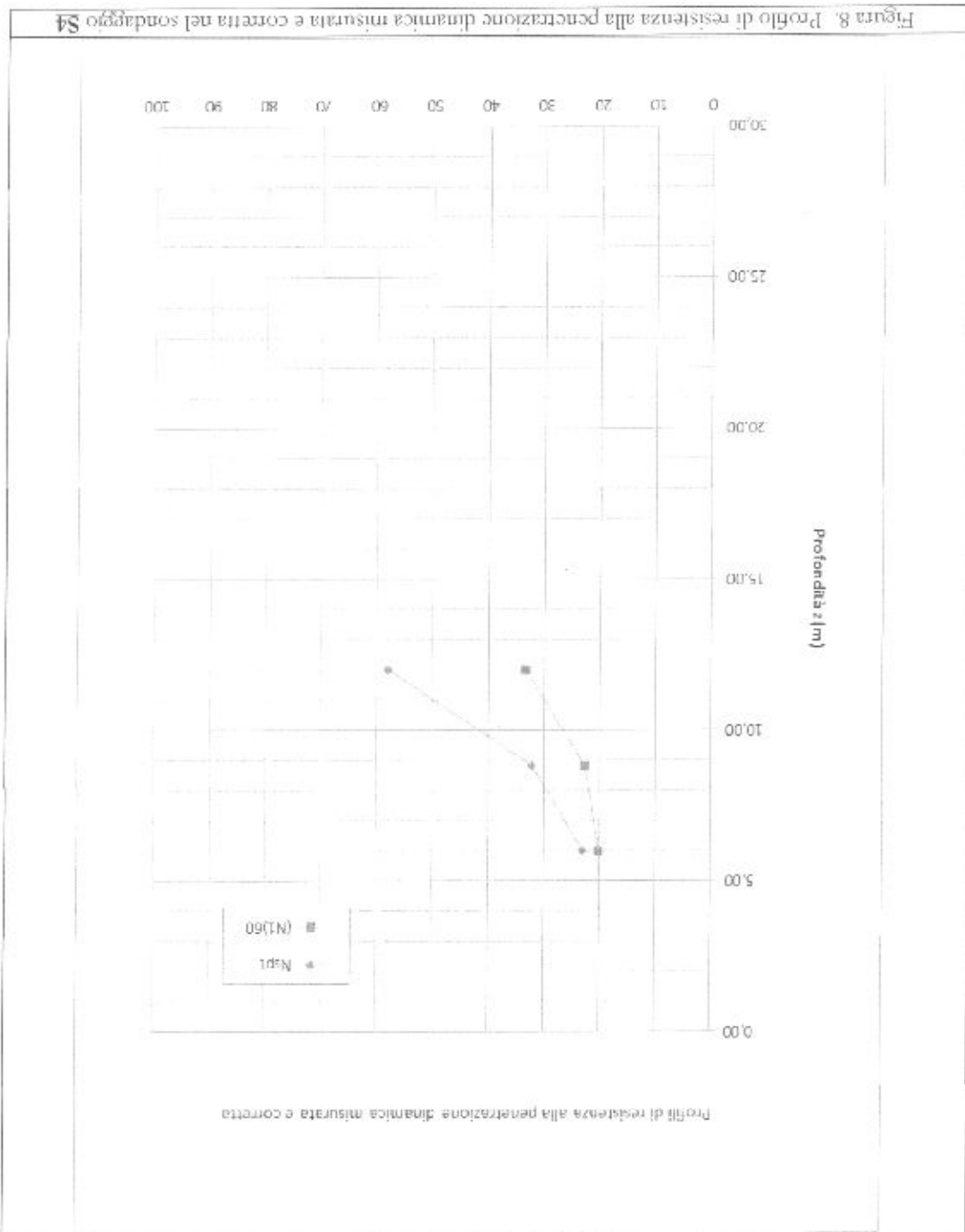


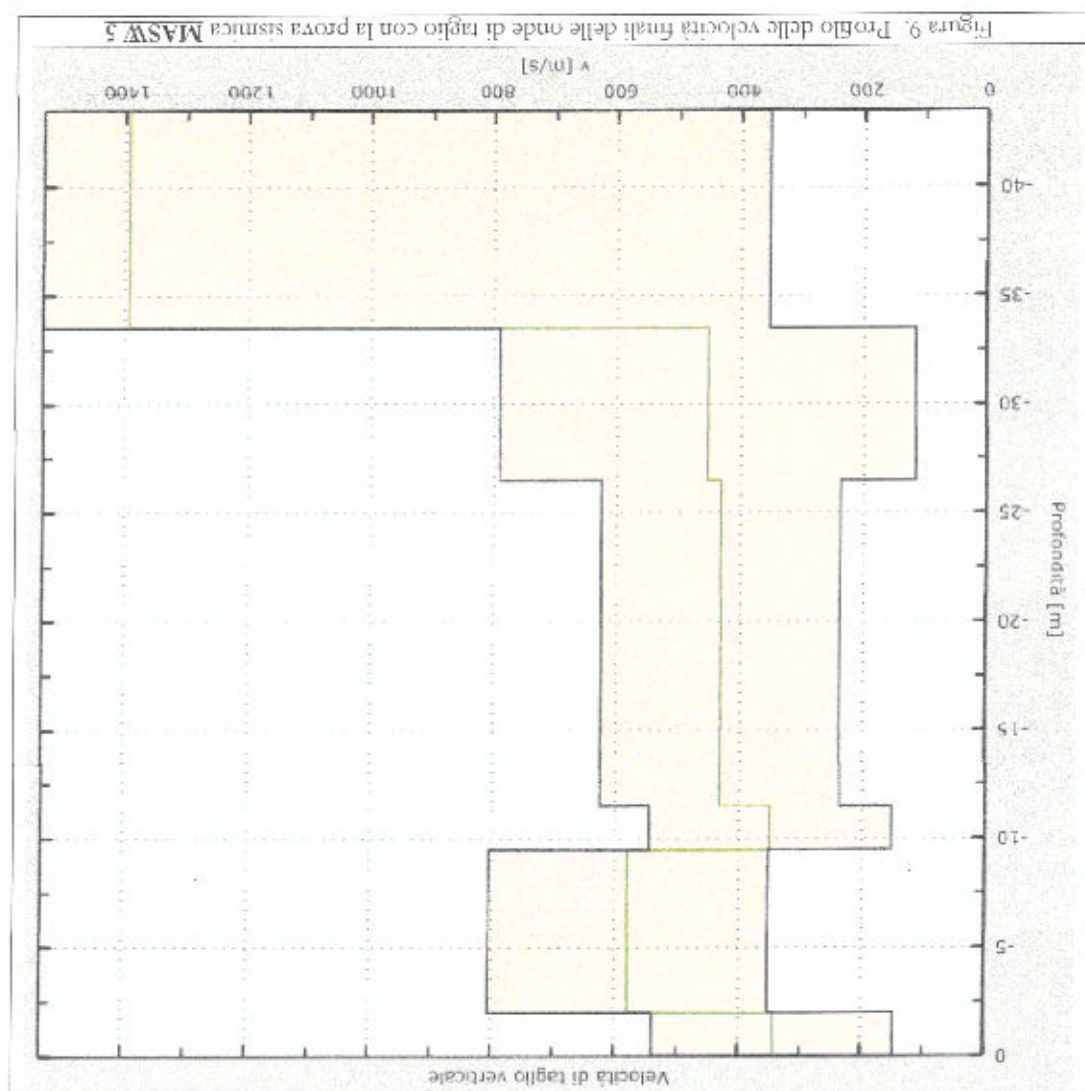
Strato	Spessore (m)	1	2	3	4	5
	Profondità (m)	2.00	7.50	11.50	26.5	33.50
	Vs (m/sec)	343.1	578.9	348.7	430.9	453.12
	Vs30 (m/sec)	447				
	Tipo di Suolo	B				

Tabella 28. Risultati prova sismica MASW 5

Prova	Profondità (m)	σ_v (kN/m ²)	Nspt	N ₁ (60)	G-H	Sk	Schmertmann				Modulo (Mpa)
							D _r G-H	D _r Sk	R _{BS}	D _{enver}	Ohta/Goto
SPT 1	3.00	3.41	66.00	R	/	/	/	38	36	34	36
SPT 2	6.00	6.45	128.00	23	20	72	58	38	37	36	68
SPT 3	8.80	9.25	184.00	32	23	75	61	38	37	43	88
SPT 4	12.00	12.45	248.00	58	33	90	75	41	38	44	121
SPT 5	15.30	15.67	312.00	R	/	/	/	/	/	/	/
SPT 6	18.50	18.77	376.00	R	/	/	/	/	/	/	/
SPT 7	22.00	22.36	446.00	R	/	/	/	/	/	/	/
SPT 8	25.00	25.28	506.00	R	/	/	/	/	/	/	/
SPT 9	28.00	28.35	566.00	R	/	/	/	/	/	/	/

Tabella 27. Elaborazione prove SPT sondaggio S4 per determinazione caratteristiche meccaniche





- Sabbia ghiaiosa debolmente limosa (campione CR3⁺);
 - Sabbia limosa debolmente ghiaiosa (campione CR3);
 - Argilla inorganica di media plasticità (campioni CR2 e CR2⁺);
 - Sabbia con ghiaia limosa (campione CR1);
 - Sabbia ghiaiosa limosa (campione CT1);
- Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo su campioni prelevati fino alla profondità di 18,60 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:
- "sabbie medie e raramente grossolane da debolmente ghiaiose a ghiaiose in lenti di 20-30 cm di sabbie con limo" (da profondità 18,70 m fino a 30,00 m);
 - "sabbie fini e medie con intercalazioni poco diffuse di limo argilloso sabbioso di spessore massimo 20-30 cm" (da profondità 12,70 m fino a 18,70 m);
 - "sabbie fini e medie con intercalazioni poco diffuse di limo argilloso sabbioso di spessore massimo 20-30 cm" (da profondità 11,50 m fino a 12,70 m);
 - "sabbie fini e medie con intercalazioni poco diffuse di limo argilloso sabbioso di spessore massimo 20-30 cm" (da profondità 6,80 m fino a 11,50 m);
 - "sabbie fini e medie con intercalazioni poco diffuse di limo argilloso sabbioso di spessore massimo 20-30 cm" (da profondità 4,40 m fino a 6,80 m);
 - "sabbie fini e medie con intercalazioni poco diffuse di limo argilloso sabbioso di spessore massimo 20-30 cm" (da profondità 1,20 m fino a 4,40 m);
- recupero delle indagini come:
- p.c., ad eccezione della coltre di copertura superficiale costituita da "sabbia fine e media debolmente limosa con frustoli irregolari e ranneggiata dalle lavorazioni agrarie" di spessore di circa 1,20 m, sono descritti nel rapporto

SONDAGGIO S5

3.5.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S5 condotta fino alla profondità di 30,00 dal p.c., ad eccezione della coltre di copertura superficiale costituita da "sabbia fine e media debolmente limosa con frustoli irregolari e ranneggiata dalle lavorazioni agrarie" di spessore di circa 1,20 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta Geotecnici s.r.l.

La stessa area d'indagine relativa ai sondaggi S5 e S6, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., sono state eseguite rispettivamente le prove di penetrazione statiche **MASW 6** e **MASW 7** con i seguenti parametri: distanza interfonica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. L'esatta ubicazione topografica delle prove **MASW** e dei sondaggi eseguiti sono riportati sulla Tav. 4.1

Nei sondaggi S5 e S6 sono state condotte le seguenti prove:

- n. 1 prova di taglio diretto;
- n. 1 determinazione del peso dell'unità di volume;
- n. 2 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- n. 1 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 5 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 7 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
- n. 9 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 9 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
- n. 8 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 1 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 2 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- n. 1 determinazione del peso dell'unità di volume;
- n. 1 prova di taglio diretto;

In particolare, nel foro di sondaggio S5 sui campioni prelevati nel corso dello stesso, sono state condotte le seguenti prove:

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibo orientata a Nord-Ovest sono stati eseguiti, nei pressi della frazione "Porto Salvo", i sondaggi S5 (quota 13 m s.l.m.) e S6 (quota 19,00 m s.l.m.) e le relative prove in sito ed in laboratorio.

3.5.2 ZONA NORD-OVEST

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg, per il campione CR2, sono stati determinati valori del limite di liquidità w_L compresi tra il 26,3 % (campione CR2) e il 39,1 % (campione CR1) e del limite di plasticità w_P compresi tra il 23,1 % (campione CR2) e il 23,9 % (campione CR1).

L'indice di plasticità I_p , risulta variabile dal 3 % (campione CR2) al 15,3 % (campione CR1).

La falda rilevata, in data 22 luglio 2013, risulta presente a partire da una profondità di 15,71 m dal p.c.

I terreni presenti a profondità maggiori di 25,20 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/TS 14688-1, mentre i terreni coesivi sono stati classificati secondo la carta di plasticità di Casagrande.

I e prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo su campioni prelevati fino alla profondità di 25,20 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:

- Argilla con limo sabbioso (campione CR1);
- Sabbia argillosa limosa e/o limo con sabbia argillosa (campione CR1);
- Sabbia limosa argillosa (campione CR2);
- Sabbia limosa debolmente ghiaiosa (campione CR3);
- Sabbia debolmente limosa debolmente ghiaiosa (campione CR4 e CR5);
- Sabbia ghiaiosa debolmente limosa (campione CR6).

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S5, condotta fino alla profondità di 30,00 m dal p.c., ad eccezione di uno strato di tipo costituito da "limo ghiaioso sabbioso con numerosi inclusi antropici" di spessore di circa 1,20 m, sono descritti nel rapporto tecnico di indagine come:

- "colore elmo-collorato costituito da limo argilloso sabbioso e subordinatamente da limo con sabbia fine debolmente argillosa" (da profondità 1,20 m fino a 6,20 m);
- "limo con sabbia media e fine con laminazioni di limo argilloso sabbioso" (da profondità 6,20 m fino a 8,60 m);
- "sabbie limose (limo grosso) debolmente arguose con intercalazioni di arenarie tenere" (da profondità 8,60 m fino a 9,80 m);
- "limo con sabbia media e fine con laminazioni di limo argilloso sabbioso piuttosto comune" (da profondità 9,80 m fino a 10,70 m);
- "sabbia prevalentemente fini in sequenza finghiward ritmica con intercalazioni di arenarie tenere (specie massime di 30-40) e sabbie grosse (alle quote 21,20 m e 24,80 m)" (da profondità 10,70 m fino a 30,00 m);

SONDAGGIO S6

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre rilevate al sondaggio S5 sono riportati nelle tabelle 29 e 31 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 10.

Inoltre, le analisi condotte su uno solo dei due campioni indisturbati prelevati nel corso del sondaggio S5 hanno fornito valori del peso dell'unità di volume pari a circa 18 kN/m^3 (campione C11).

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg, per il campione CR2, sono stati determinati valori del limite di liquidità w_L pari al 34,3 % e del limite di plasticità w_P pari al 21,7 %.

L'indice di plasticità I_p , risulta pari al 12,6 %.

Il contenuto naturale d'acqua w_n , determinato oltre che per il campione CR2 anche per quello C11, è risultato variabile tra il 11,9 % (campione C11) e il 16,6 % (campione CR2).

L'indice di consistenza I_c risulta pari a 1,40 (campione CR2) indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza semisolida.

La falda, rilevata in data 22 luglio 2013, risulta presente a partire da una profondità di 7,65 m dal p.c.

I terreni presenti a profondità maggiori di 18,60 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/TS 14688-1, mentre i terreni coesivi sono stati classificati mediante la carta di plasticità di Casagrande.

- Limo con argilla debolmente sabbioso (campione CR6);
- Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa (campione CR7 e CR8).

Il contenuto naturale d'acqua w_n è risultato variabile tra il 7.3 % (campione CR2) e il 14.2 % (campione CR1).
L'indice di consistenza I_c risulta variabile da 1.63 (campione CR1) a 6.23 (campione CR2) indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza da semisolda a solida.

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre relative al sondaggio S6 sono riportati nelle tabelle 30 e 32 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 11.

L'analisi comparativa dei due sondaggi permette di identificare nella zona investigata la presenza di tre formazioni principali:
La prima che si stende dal piano campagna fino a profondità variabili tra 1.20 (S5) a 6.20 m (S6) consistente in una coltre clivio-colloidale costituita da limo argilloso sabbioso e argilla con limo sabbiosa.
La seconda formazione, di spessore variabile da 17.50 (S5) a 23.80 m (S6), costituita in prevalenza da terreni granulari (sabbie ghiaiose limose) talvolta debolmente argillose, sabbie con limo e argilla, sabbie limose argillose talvolta ghiaiose, sabbie) con livelli coesi costituiti da limi argillosi di bassa compressibilità e argille limose di media plasticità.
La terza formazione, riscontrata solo lungo la verticale S5 a partire dalla profondità di circa 19.00 m dal p.c., è costituita da masse argillose.

3.5.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle differenti formazioni sono state condotte prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT e una sola prova di taglio diretto su un solo campione indisturbato (C11) prelevato durante il sondaggio S5.
I risultati delle prove penetrometriche dinamiche standard condotte sono illustrati nelle tabelle 33 (per il sondaggio S5) e 34 (per il sondaggio S6), mentre quelli relativi alla prova di taglio diretto sono illustrati in Tabella 35.
L'interpretazione delle prove SPT, svolta utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nelle Tabelle 36 (per il sondaggio S5) e 37 (per il sondaggio S6). L'andamento dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT con la profondità è rappresentato nelle figure 12 e 13.
Dall'analisi dei risultati delle prove in sito e di laboratorio è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

con riferimento alla sola prova di laboratorio sul **campione indisturbato C11** (2.60-3.00 m) prelevato durante il sondaggio S5 e appartenente alla seconda formazione sopra descritta:

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi = 33^\circ$
Coesione efficace $c \approx 0 \text{ kPa}$

con riferimento alle prove **SPT1, SPT3, SPT5 e SPT6** (3.00 - 3.45 m, 9.00 - 9.45 m e da 15.00 a 18.45 m) eseguite durante il sondaggio S5 nei terreni appartenenti alla seconda formazione sopra descritta:

Angolo di resistenza al taglio di picco
Modulo Elastico drenato
Modulo Elastico a taglio
Densità relativa
 $\phi = 27^\circ - 33^\circ$
 $E_{25} = 26.000 - 57.000 \text{ kPa}$
 $G_0 = 51.000 - 66.000 \text{ kPa}$
 $DR = 33 - 74 \%$

con riferimento alla prova **SPT2** (da 6.00 a 6.45 m) eseguita durante il sondaggio S5 nei terreni appartenenti alla prima formazione sopra descritta:

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 40 - 90 \text{ kPa}$

con riferimento alle prove **SPT4 e da SPT7 a SPT9** (12.00-12.45 m e da 22.00 a 28.35 m) eseguite durante il sondaggio S5 nei terreni appartenenti alla terza formazione sopra descritta:

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 90 - 180 \text{ kPa}$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III N.T.C./2008). Queste ultime, fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geocconsol s.r.l.

La categoria di sottosuolo, individuata in funzione del valore della $V_{s,30}$ calcolato, è riportata sui certificati di prova relativi alle MASW 6 e 7 allegati al rapporto tecnico delle indagini. Tuttavia, in base al numero limitato di prove svolte vista l'estensione dell'area in esame, non si può escludere che tali terreni possano ricadere in categorie di sottosuolo diverse.

I risultati delle prove MASW 6 e 7, così come forniti dalla Geocconsol s.r.l., sono riportati nelle tabelle 3.8 e 3.9 e nei grafici delle figure 14 e 15.

3.5.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Pertanto in tali zone, considerato anche il numero limitato di prove svolte in relazione all'estensione dell'area in esame, la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture dovrà necessariamente prevedere idonei e puntuali studi geotecnici finalizzati anche alla verifica a liquefazione. Quale ultima verifica non risulta soddisfatta non potranno essere realizzate nuove opere a meno che non siano previsti (e quindi eseguiti) opportuni interventi di miglioramento dei terreni di fondazione finalizzati alla rimozione della potenziale instabilità a liquefazione (in grado cioè di scongiurare l'occorrenza di eventuali stati limite ultimi o di esercizio delle opere in progetto).

Con riferimento ai terreni riscontrati lungo la verticale di sondaggio S6, ad eccezione del primo strato consistente in una coltre eluvio-colloidale costituita da terreni coesivi di spessore pari a circa 5,00 m, le analisi relative al potenziale di liquefazione indicano la presenza di terreni granulari saturi da sciolti a mediamente addensati suscettibili a liquefazione localizzati dalla profondità di circa 7,00 m fino a profondità di circa 12,00 m dal p.c.l. I risultati delle verifiche eseguite sono riportati nella Tabella 41.

3.5.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

In ogni caso, vista l'estensione limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, è opportuno prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geotecniche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

Angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi' = 29^\circ - 34^\circ$
Modulo Elastico drenato	$E'_{25} = 29.000 - 36.000 \text{ kPa}$
Modulo Elastico a taglio	$G_0 = 56.000 - 91.000 \text{ kPa}$
Densità relativa	$D_R = 39 - 47 \%$
Resistenza al taglio in condizioni non drenate	$C_u = 65 - 135 \text{ kPa}$

con riferimento alla prova **SPT1** (4,50 - 4,95 m) eseguita durante il sondaggio **S6** nei terreni appartenenti alla prima formazione sopra descritta:

Resistenza al taglio in condizioni non drenate

con riferimento alle prove da **SPT2 a SPT9** (da 7,00 a 28,45 m) eseguite durante il sondaggio **S6** nei terreni appartenenti alla seconda formazione sopra descritta:

Sond.	Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _c	A	γ (kN/m ³)	Classificazione
S5	CR 1	2.60-3.00	11.94	/	/	/	/	/	18	/
	CR 2	5.50-5.65	16.56	34.25	21.65	12.60	1.40	0.48	/	Argille inorganiche di media plasticità
	CR 2 *	5.80-6.00	/	/	/	/	/	/	/	/
	CR 3	7.00-7.30	/	/	/	/	/	/	/	/
	CR 3 *	8.50-8.90	/	/	/	/	/	/	/	/
	CR 6 *	12.45-12.60	/	/	/	/	/	/	/	/
	CR 7 *	15.45-15.60	/	/	/	/	/	/	/	/
	CR 8 *	18.45-18.60	/	/	/	/	/	/	/	/

Tabella 31. Contenuto naturale d'acqua, limiti di Atterberg, indice di plasticità, indice di consistenza, indice di attività, peso di volume dei campioni prelevati nel sondaggio S5

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CLN ISO/TS 17892-4)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S6	CR 1 *	4.00-4.50	Argilla con limo sabbiosa	3	23	36	38
S6	CR 1	7.10-7.30	Sabbia argillosa limosa	/	64	16	20
S6	CR 2	9.50-9.65	Sabbia limosa argillosa	4	64	18	14
S6	CR 3 *	12.80-13.00	Sabbia limosa argillosa debolmente ghiaiosa	5	69	13	13
S6	CR 4 *	16.80-17.00	Sabbia debolmente limosa debolmente ghiaiosa	5	83	10	2
S6	CR 5 *	18.50-18.80	Sabbia debolmente limosa debolmente ghiaiosa	5	88	7	/
S6	CR 6 *	25.00-25.20	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	11	80	9	/

Tabella 30 - Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S6

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CLN ISO/TS 17892-4)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S5	CR 1	4.00-4.30	Sabbia con ghiaia limosa	28	58	11	3
S5	CR 2	5.50-5.65	Argilla inorganica di media plasticità	/	44	30	26
S5	CR 2 *	5.80-6.00	Argilla inorganica di media plasticità	/	44	30	26
S5	CR 3	7.00-7.30	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	8	72	16	4
S5	CR 3 *	8.50-8.90	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	12	78	10	/
S5	CR 6 *	12.45-12.60	Limo con argilla debolmente sabbioso	/	9	53	38
S5	CR 7 *	15.45-15.60	Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa	22	54	17	7
S5	CR 8 *	18.45-18.60	Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa	20	52	20	8

Tabella 29 - Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S5

S5	C11	Profondità	Cu(RPa)	ϕ (°)	Cu(RPa)
Sondaggio	Campione	2.60 3.00	1.47	33	/

Tabella 35. Risultati della prova di taglio diretto condotta sul campione indisturbato C11 prelevato nel sondaggio S5

Sondaggio	Prova	Profondità (m)		N1	N2	N3	N _{SPT}
		da	a				
S6	SPT 1	4.50	4.95	5	9	9	18
S6	SPT 2	7.00	7.45	6	9	11	20
S6	SPT 3	10.00	10.45	7	5	9	14
S6	SPT 4	13.00	13.45	5	11	12	23
S6	SPT 5	16.00	16.45	7	13	17	30
S6	SPT 6	19.00	19.45	11	18	24	42
S6	SPT 7	21.00	21.2	29	5R	/	R
S6	SPT 8	25.00	25.45	8	13	17	30
S6	SPT 9	28.00	28.45	12	22	30	52

Tabella 34 - Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S6

Sondaggio	Prova	Profondità (m)		N1	N2	N3	N _{SPT}
		da	a				
S5	SPT 1	3.00	3.45	7	8	13	21
S5	SPT 2	6.00	6.45	4	5	7	12
S5	SPT 3	9.00	9.45	3	3	6	9
S5	SPT 4	12.00	12.45	3	5	5	10
S5	SPT 5	15.00	15.45	7	21	30	51
S5	SPT 6	18.00	18.45	18	23	37	60
S5	SPT 7	22.00	22.45	8	12	20	32
S5	SPT 8	25.00	25.45	11	16	22	38
S5	SPT 9	27.90	28.35	7	10	14	24

Tabella 33- Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S5

Sond.	Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _c	A	Classificazione
S6	CR 1 *	4.00-4.50	/	/	/	/	/	/	/
	CR 1	7.10-7.30	14.23	39.11	23.85	15.26	1.63	0.76	Argille inorganiche di plasticità media
	CR 2	9.50 9.65	7.30	26.25	23.21	3.04	6.23	0.22	Lami inorganici di plasticità bassa
	CR 3 *	12.80-13.00	/	/	/	/	/	/	compressibilità
	CR 4 *	16.80-17.00	/	/	/	/	/	/	/
S6	CR 5 *	18.50-18.80	/	/	/	/	/	/	/
	CR 6 *	25.00-25.20	/	/	/	/	/	/	/

Tabella 32. Contenuto naturale d'acqua, limiti di Atterberg, indice di plasticità, indice di consistenza dei campioni prelevati nel sondaggio S6

Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30 (m/sec)	Tipo di Suolo
1	1.00	1.00	211.65		B
2	5.00	6.00	288.84		
3	2.50	8.50	425.53		
4	22.50	31.00	907.82		
				581	

Tabella 39. Risultati prova sismica MASW 7 (Geconsol s.r.l.)

Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30 (m/sec)	Tipo di Suolo
1	1.00	1.00	220.00		B
2	3.50	4.50	218.91		
3	2.50	7.00	503.06		
4	4.50	11.50	503.06		
5	1.50	13.00	503.06		
6	6.00	19.00	1166.54		
7	12.00	31.00	1160.30		

Tabella 38. Risultati prova sismica MASW 6 (Geconsol s.r.l.)

Prova	Profondità (m)	σ_v (kN/m ²)	N _{spt}	G-11	Sk	D _r (%)	ϕ (°)	Cu (kPa)	Nav-Fac	L ₂₅	G ₀	Moduli (Mpa)
SPT 1	4.50	4.95	96.00	18	18	/	/	32	/	34	/	/
SPT 2	7.00	7.45	148.00	20	16	64	52	37	35	29	/	68
SPT 3	10.00	10.45	208.00	14	9	47	39	35	33	29	/	69
SPT 4	13.00	13.45	268.00	23	13	55	46	36	34	36	/	91
SPT 5	16.00	16.45	321.23	30	14	58	49	36	35	41	/	108
SPT 6	19.00	19.45	350.78	42	19	66	56	37	36	51	/	129
SPT 7	21.00	21.2	371.16	R	R	/	/	/	/	/	/	/
SPT 8	25.00	25.45	411.92	30	12	52	44	35	34	41	/	127
SPT 9	28.00	28.45	442.49	32	19	67	57	37	36	58	/	161

Tabella 37. Filabrazione prove SPT sondaggio S6 per determinazione caratteristiche meccaniche

Prova	Profondità (m)	σ_v (kN/m ²)	N _{spt}	G-11	Sk	D _r (%)	ϕ (°)	Cu (kPa)	Nav-Fac	E ₂₅	G ₀	Moduli (Mpa)
SPT 1	3.00	3.45	66.00	21	25	83	65	40	37	35	/	51
SPT 2	6.00	6.45	128.00	12	11	/	/	/	/	/	/	/
SPT 3	9.00	9.45	170.83	9	7	41	33	34	33	26	/	57
SPT 4	12.00	12.45	201.40	10	7	/	/	/	27	/	/	/
SPT 5	15.00	15.15	231.97	51	31	86	72	40	38	57	/	126
SPT 6	18.00	18.45	262.54	60	33	89	74	40	38	61	/	143
SPT 7	22.00	22.45	302.28	32	16	/	/	/	120	/	/	/
SPT 8	25.00	25.45	332.85	38	18	/	/	/	143	/	/	/
SPT 9	27.00	28.35	361.40	24	10	/	/	/	90	/	/	/

Tabella 36. Filabrazione prove SPT sondaggio S5 per determinazione caratteristiche meccaniche

Tabella 40. Valutazione del **potenziale di liquefazione** dai risultati delle prove SPT eseguite durante il sondaggio **S5**

CANTIERE:		Vibo Valentia		$\rho_{\text{area}} = 0,35 \text{ g}$	M = 7,5	S5	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		Id	CSR	CRR	FS
Prof. dal p.c. (m)	Z (m)	$\sigma'_{\text{skN/m}^2}$	$\sigma'_{\text{skN/m}^2}$	Tipo di terreno	Fc (%)	Nspt	(N) ₆₀	(N) _{60sc}				
3,00	3,45	66,00	66,00	Sabbia ghiaiosa limosa	16,0	21	25	25	0,787	0,18	0,29	1,6
6,00	6,45	128,00	128,00	Argilla inorganica di media plasticità	56,00	12	11	11	/	/	/	/
9,00	9,45	188,00	170,83	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	10,0	9	7	7	0,786	0,20	0,10	0,5
12,00	12,45	248,00	201,40	Limo con argilla debolmente sabbioso	91,0	10	7	7	/	/	/	/
15,00	15,45	308,00	231,97	Sabbia ghiaiosa limosa	24,0	51	31	31	0,784	0,24	0,56	2,3
18,00	18,45	368,00	262,54		28	60	33	33	0,784	0,25	0,76	3,0
22,00	22,45	446,00	302,28		ND	32	16	22	/	/	/	/
25,00	25,45	506,00	332,85	Marne argillose	ND	38	18	26	/	/	/	/
27,90	28,35	562,00	361,00		ND	24	10	12	/	/	/	/

Tabella 41. Valutazione del potenziale di liquefazione dai risultati delle prove SPT eseguite in S6

CANTIERI	Vibo Valentia											$M=7,5$	S6	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
Prof. dal p.c. (m)	Z.	σ_{vo}	σ'_{vo}	Tipo di terreno		Fe (%)	N _{spt}	(N) ₆₀	(N) _{60cs}	r _e	CSR	CRR	I.S.						
da	a	(m)	kN/m ²	kN/m ²															
4,50	4,95		96,00	96,00	Argilla con limo sabbiosa	74,0	18	18	18	/	/	/	/						
7,00	7,45	4,80	148,00	148,00		36,0	20	16	16	0,786	0,18	0,17	0,92						
10,00	10,45	7,30	208,00	208,00		32,0	14	9	9	0,785	0,18	0,11	0,62						
						Sabbia limosa argillosa													
13,00	13,45	10,30	268,00	268,00	Sabbia limosa argillosa debolmente ghiaiosa	26,0	23	13	13	0,785	0,18	0,14	0,78						
16,00	16,45	13,30	328,00	321,23	Sabbia debolmente ghiaiosa c limosa	12,0	30	14	14	0,784	0,18	0,15	0,81						
19,00	19,45	16,30	386,00	350,78		7,0	42	19	19	0,783	0,20	0,19	1,00						
21,00	21,20	19,30	426,00	371,16		6,2	R	/	/	/	/	/	/						
25,00	25,45	21,30	506,00	411,92		9,0	30	12	12	0,782	0,22	0,13	0,61						
28,00	28,45	28,30	566,00	442,19		N/D	52	19	19	0,781	0,23	0,20	0,85						

Figura 11. Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S6

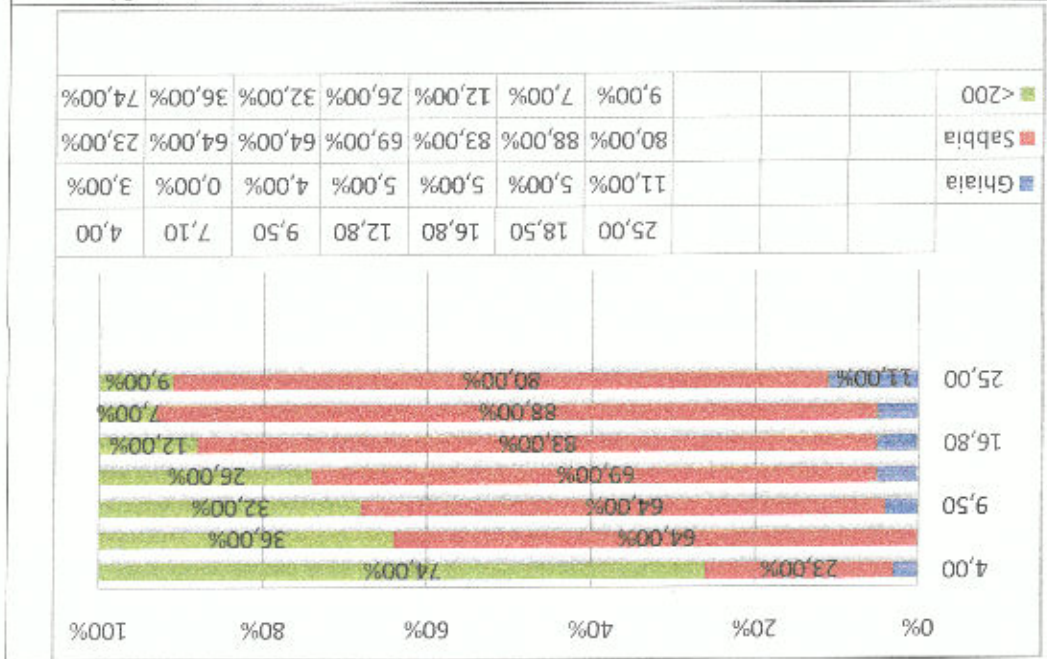
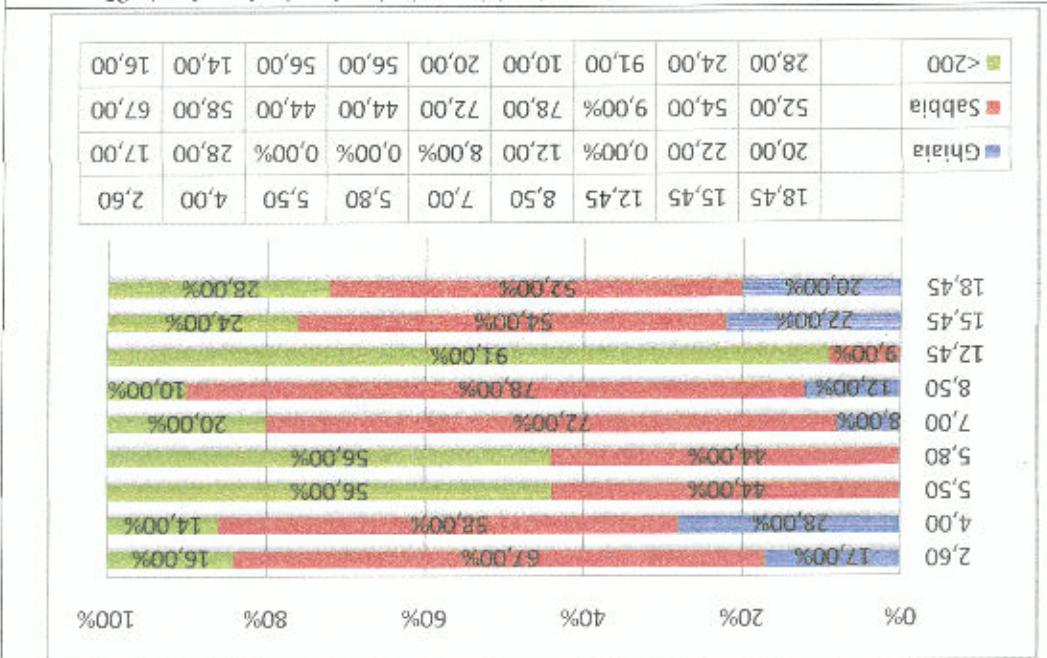


Figura 10. Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S5



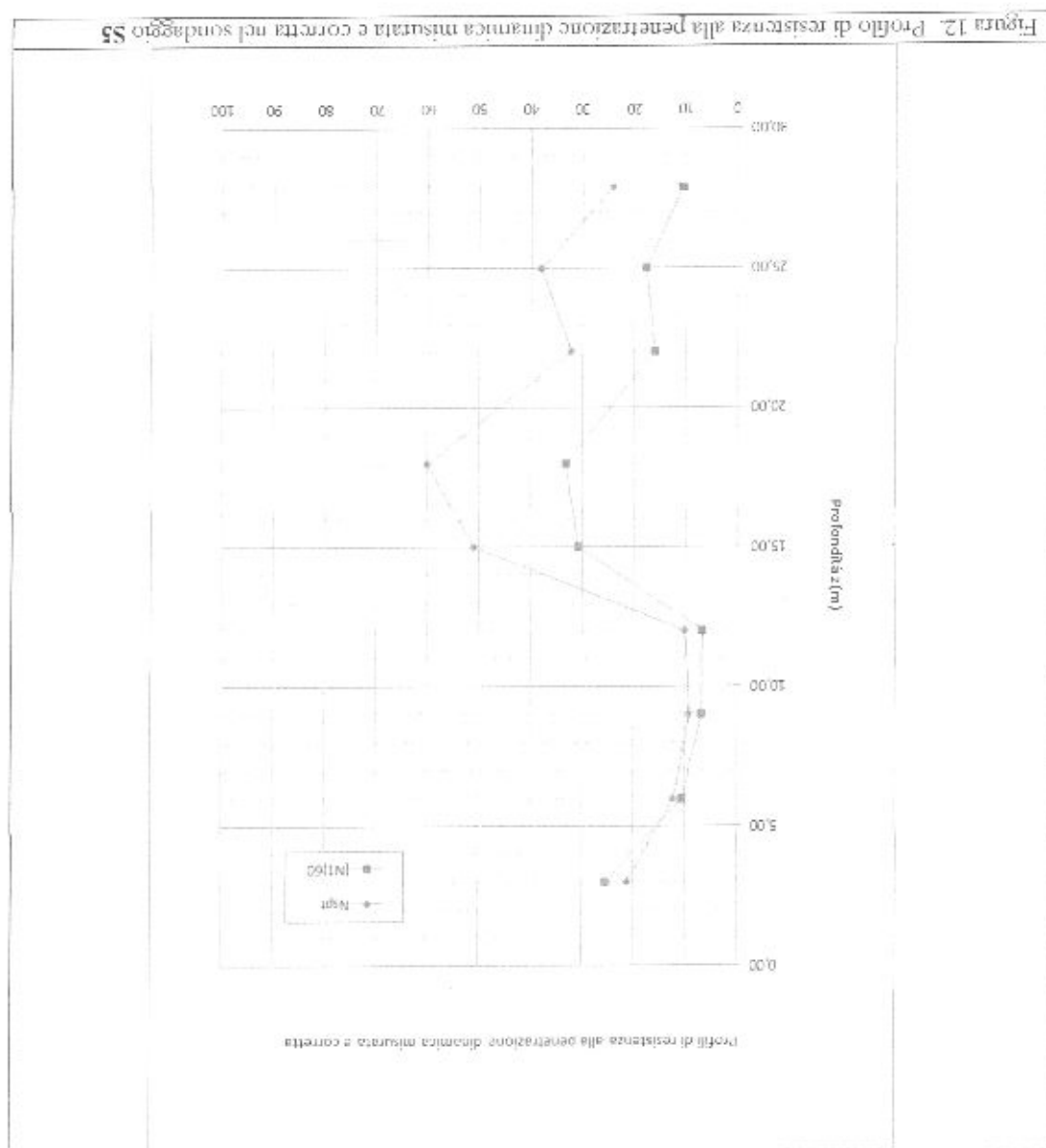


Figura 12. Profilo di resistenza alla penetrazione dinamica misurata e corretta nel sondaggio S5

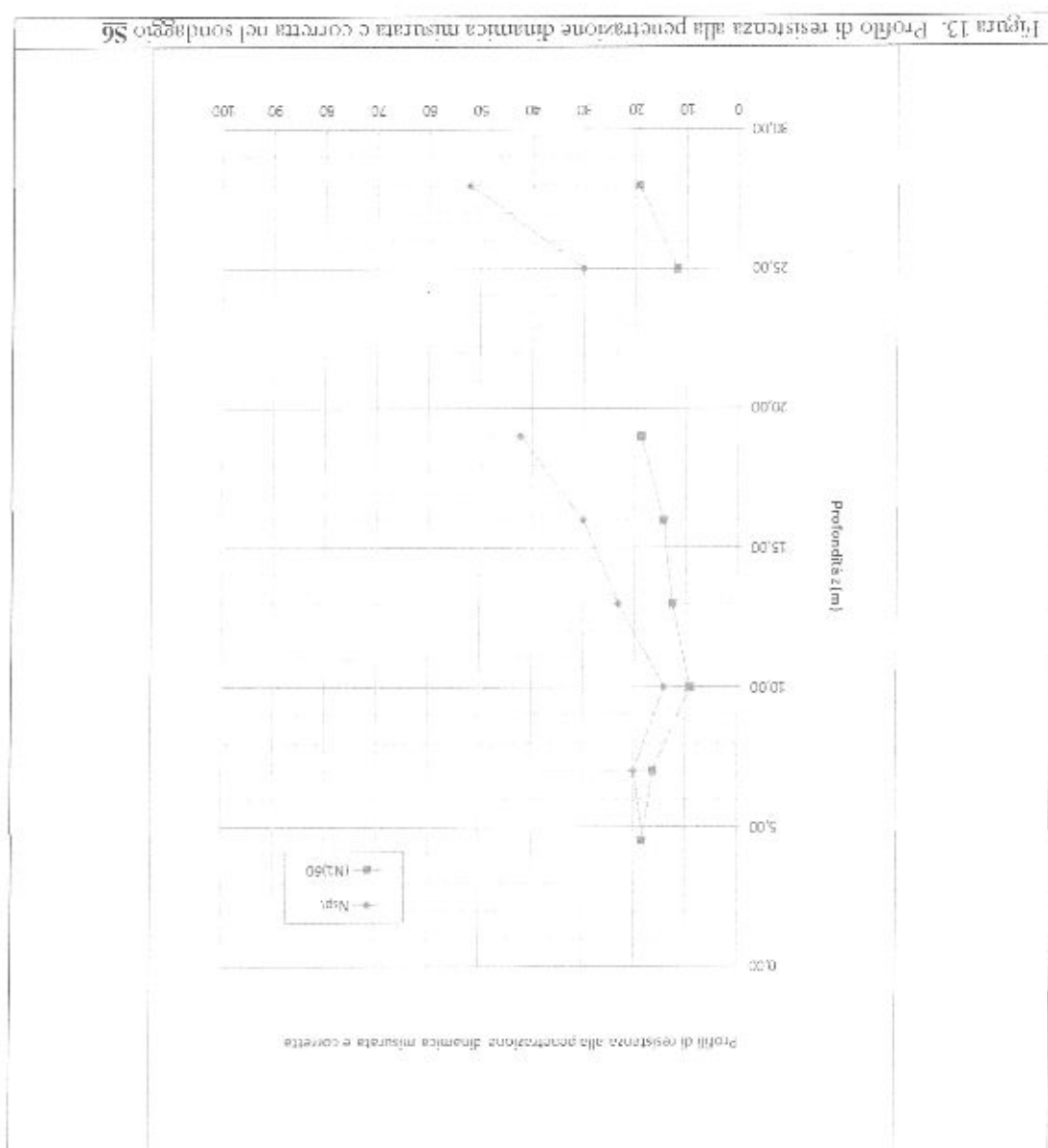
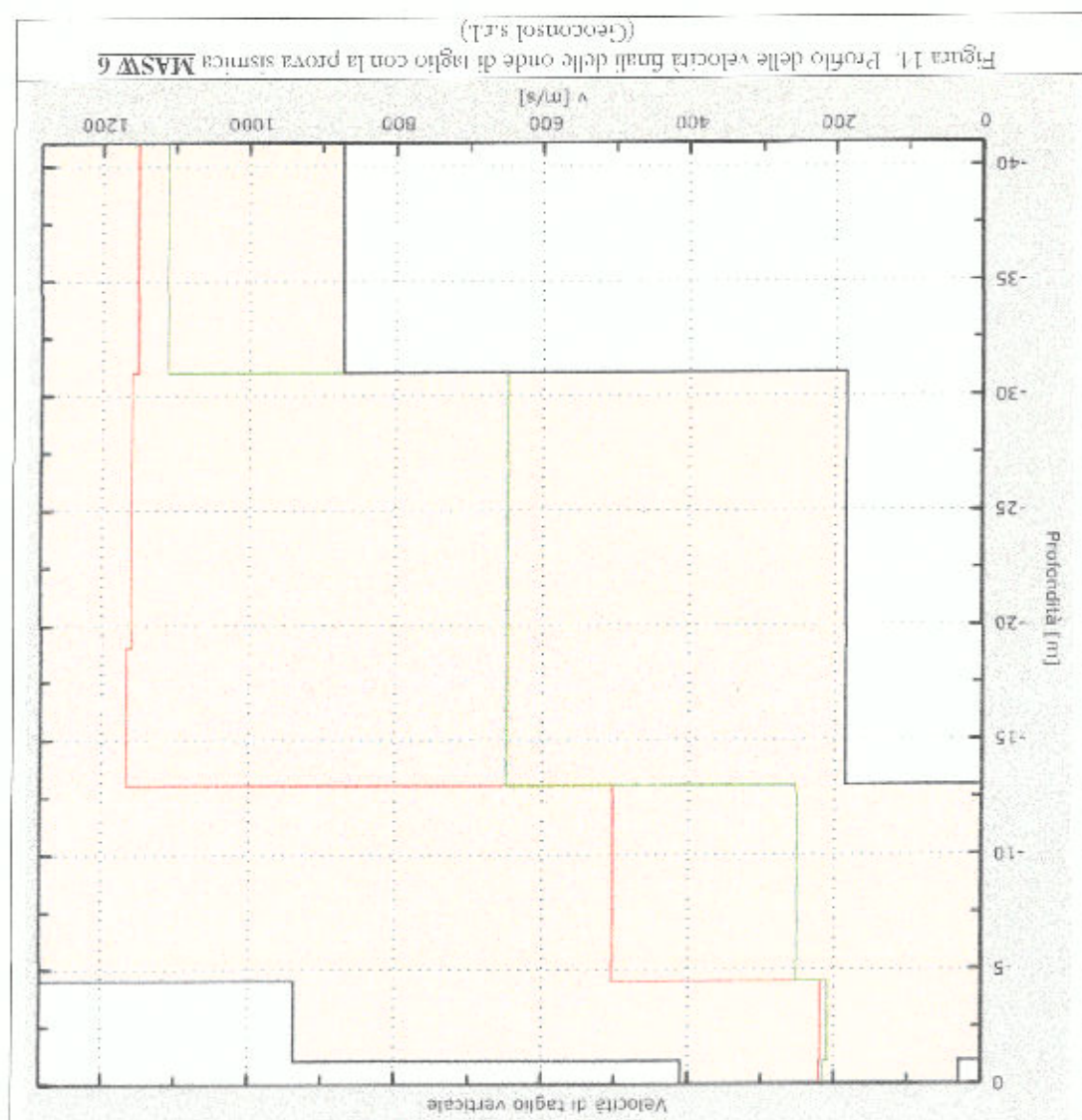
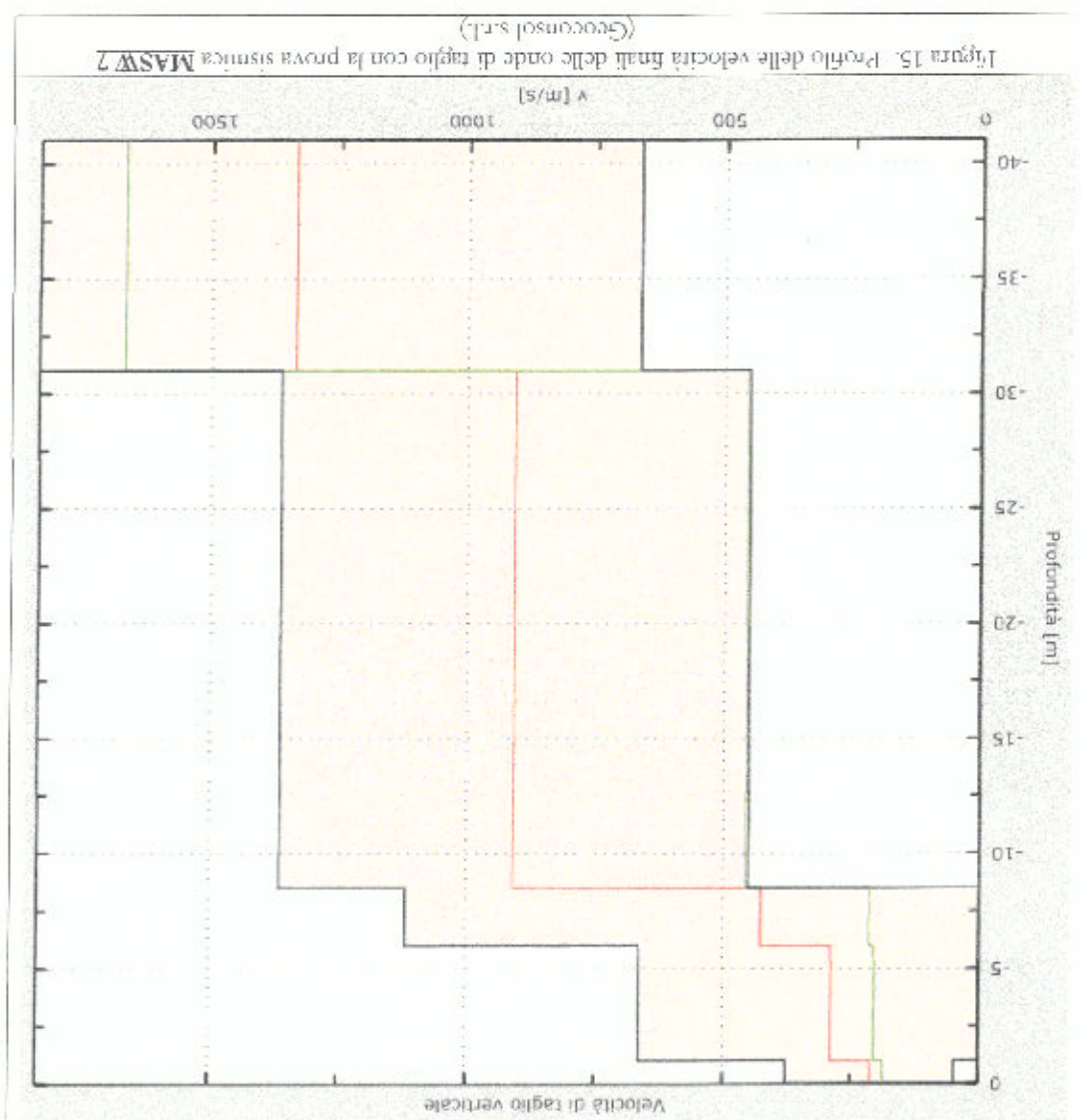


Figura 13. Profilo di resistenza alla penetrazione dinamica misurata e corretta nel sondaggio S6





3.6 ZONA NORD

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibò orientata a Nord, sono stati eseguiti il sondaggio S7, nei pressi della frazione "Bivona" (a 20 m di quota s.l.m.) e il sondaggio S8, nei pressi della frazione "Vibò marina" (a 2 m di quota s.l.m.), nonché le relative prove in sito.

In particolare, nel foro di sondaggio S7c sui campioni prelevati nel corso dello stesso sono state condotte le seguenti prove:

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 4 analisi granulometriche per vaghiatura meccanica;
- n. 4 analisi granulometriche per sedimentazione;

mentre nel corso del sondaggio S8 sono state condotte le seguenti prove:

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche standard SPT;
- n. 5 analisi granulometriche per vaghiatura meccanica;
- n. 3 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 2 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 2 determinazione del contenuto naturale d'acqua.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S7, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita una prova MASW 8 con i seguenti parametri: distanza interfononica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. L'esatta ubicazione topografica della prova Masw e dei sondaggi eseguiti sono riportati sulla Tav. 4. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta Geococonsol s.r.l.

3.6.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

SONDAGGIO S7 (frazione Bivona)

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S7 condotta fino alla profondità di 30,00 m dal p.c., ad eccezione della coltre di copertura superficiale costituita da "sabbia con limo argillosa rinvenuta dalle lavorazioni agrarie fino a circa 0,50 m" di spessore di circa 3,10 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come:

- "calcare evaporitici prevalentemente pseudocoarenti costituiti da sabbia limosa con sabbia fine solo occasionalmente di consistenza blanda tenera" (da profondità 3,10 m fino a 8,20 m);
- "argille marine e suborizzontalmente argille debolmente marino-limose con blocchi in orizzonti decimetrici passanti con una inclinazione di argilla con limo di circa 30 cm (da 8,20 m a 8,50 m)" (da profondità 8,20 m fino a 30,00 m).

Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo su campioni prelevati fino alla profondità di 19,40 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:

- Sabbia con limo debolmente argillosa debolmente ghiaiosa (campione (R1));
- Limo argilloso debolmente sabbioso (campione (R2));
- Limo sabbioso phioloso argilloso (campione (R3));
- Limo argilloso (campione (R4)).

I terreni presenti a profondità maggiori di 17,00 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI (CEN ISO/TS 14688-1, mentre i terreni coesivi sono stati classificati mediante la carta di plasticità di Casagrande.

La falda in corrispondenza del sondaggio S7, rilevata in data 22 luglio 2013, risulta presente da una profondità di 6,46 m dal p.c..

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg, non è stata eseguita alcuna prova sui campioni prelevati nel corso del sondaggio S7.

I risultati delle prove di classificazione relative al sondaggio S7 sono riportati nella tabella 2 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 16.

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S8 condotta fino alla profondità di 29,50 m dal p.c. sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come:

- "sabbia prevalentemente media e grossa, quarzosa-filiforme, con leni da 10 a 15 cm di sabbia fine debolmente limosa debolmente ghiaiosa" (da profondità 0,00 m fino a 7,70 m);
- "calant sporadici prevalentemente pseudocoarcenti costituiti da sabbia limosa con sabbia fine, che solo occasionalmente si presentano con consistenza blanda tenera, vacuolari" (da profondità 7,70 m fino a 17,30 m);
- "marne argillose con intercalazioni al più decimetriche di marne calcaree spesso fratturate" (da profondità 17,30 m fino a 29,50 m);

Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo su campioni prelevati fino alla profondità di 19,40 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:

- Sabbia limosa (campione CR1);
- Sabbia ghiaiosa debolmente limosa (campioni CR2, CR3, CR4);
- Chiana con sabbia (campione CR5);

Limoni inorganici di alta e media compressibilità e argille e limi organici (campioni CR6, CR7).
I terreni presenti a profondità maggiori di 19,40 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEN ISO/15 14688-1, mentre i terreni coesivi sono stati classificati mediante la carta di plasticità di Casagrande.

La falda in corrispondenza del sondaggio S8, rilevata in data 9 luglio 2013, risulta presente a partire da una profondità di 3,30 m rispetto al p.c.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg, per i campioni CR 6 e CR8, si sono determinati valori del limite di liquidità w_L compresi tra il 44,9 % (campione CR7) e il 61,4 % (campione CR6) e del limite di plasticità w_p compresi tra il 30,1 % (campione CR7) e il 41,0 % (campione CR6).
L'indice di plasticità I_p , risulta variabile dal 14,8 % (campione CR7) al 20,4 % (campione CR6).
Il contenuto naturale d'acqua w_n è risultato variabile tra il 23,4 % (campione CR7) e il 38,0 % (campione CR6).
L'indice di consistenza I_c risulta variabile da 1,15 (campione CR6) a 1,46 (campione CR7) indicando la presenza di una frazione di terreno a grana fine di consistenza semisolido.

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre rilevate al sondaggio S8 sono riportati nelle tabelle 43 e 44e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 17.

3.6.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle differenti formazioni sono state condotte solo prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT.
I risultati delle prove penetrometriche standard condotte sono illustrati nelle tabelle 45 e 46. L'interpretazione delle prove SPT, svolta utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nelle Tabelle 47 e 48.
L'andamento dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT con la profondità è rappresentato nelle figure 18 e 19.
Dall'analisi dei risultati delle prove in sito è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

con riferimento alla prova **SPT1** (4,50 - 4,95 m) eseguite durante il sondaggio **S2** (trazione Bivona):

Angolo di resistenza al taglio di picco
Modulo Elastico drenato
Modulo Elastico a taglio
Densità relativa
 $f'_{25} = 26.000$ kPa
 $C_u = 56.000$ kPa
 $DR = 40$ %
 $\phi = 27^\circ$

con riferimento alla prova **SPT2** (7,00 - 7,45 m) eseguita durante il sondaggio **S2** (trazione Bivona):

La categoria di sottosuolo, individuata in funzione del valore della $V_{s,30}$ calcolato, è riportata sui cartelli di prova relativi alle MVSW (Frazione Bivona) allegati al rapporto tecnico delle indagini.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.11 e 3.2.111 N.T.C./2008). Queste ultime, fatte salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geconsoli s.r.l.

3.6.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

normativa vigente.

Pertanto è opportuno eseguire in fase di progettazione le verifiche a liquefazione puntuali previste dalla Tabella 51.

si possono riscontrare terreni suscettibili a liquefazione. I risultati delle verifiche eseguite sono riportati nella Tabella 57. I terreni riscontrati lungo la verticale di sondaggio S8, ad eccezione delle mare argillose presenti dalla profondità di 17,30 m fino a 29,50 m dal p.c., risultano non liquefacibili. Tuttavia, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta, è tenuto conto che i terreni presenti lungo la verticale di sondaggio S7 risultano liquefacibili non è escluso che nell'area d'interesse del sondaggio S8 si possano riscontrare terreni suscettibili a liquefazione. I risultati delle verifiche eseguite sono riportati nella Tabella 51.

L'occorrenza di eventuali stati limite ultimi o di esercizio delle opere in progetto). Finalizzati alla rimozione della porzione instabile a liquefazione (in grado cioè di scongiurare siano previsti (e quindi eseguiti) opportuni interventi di miglioramento dei terreni di fondazione quest'ultima verifica non risulta soddisfatta non potranno essere realizzate nuove opere a meno che non prevedere idonei e puntuali studi geotecnici finalizzati anche alla verifica a liquefazione. Qualora dell'area in esame, la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture dovrà Pertanto in tale zona, considerato anche il numero limitato di prove svolte in relazione all'estensione risultati delle verifiche eseguite sono riportati nella Tabella 50.

infine o al massimo pari all'unità, pertanto tali terreni granulari sono suscettibili a liquefazione. I terreni riscontrati lungo la verticale di sondaggio S7 (Frazione Bivona), ad eccezione dello strato di limi e/o mare argillose presenti dalla profondità di circa 7,00 m fino a 30,00 m dal p.c., sono costituiti da terreni granulari sani. Trattandosi di terreni potenzialmente liquefacibili, si sono eseguite le verifiche nei confronti del fenomeno della liquefazione che hanno evidenziato coefficienti di sicurezza sempre inferiori o al massimo pari all'unità, pertanto tali terreni granulari sono suscettibili a liquefazione. I risultati delle verifiche eseguite sono riportati nella Tabella 50.

3.6.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

vigente.

In ogni caso, vista l'estensione limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione del sottosuolo ai sensi della normativa

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 135 - 270 \text{ kPa}$

S8 (Frazione Vibo Marina):

con riferimento alle prove **SPT13** (9,00-9,45 m) e **SPT16** (18,00-18,45 m) eseguite durante il sondaggio

Angolo di resistenza al taglio di picco $\phi^* = 38 - 40^\circ$
Modulo Elastico drenato $E_{25} = 50.000 \text{ kPa}$
Modulo Plastico a taglio $G_0 = 65.000 \text{ kPa}$
Densità relativa $LDR = 83 - 88 \%$

Vibo Marina):

con riferimento alle prove **SPT11** e **SPT12** (da 3,00 a 6,45 m) eseguite durante il sondaggio S8 (Frazione

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 190 - 225 \text{ kPa}$

(Frazione Bivona):

con riferimento alle prove da **SPT6a** **SPT9** (da 19,00 a 28,45 m) eseguite durante il sondaggio S7

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 30 - 60 \text{ kPa}$

Tuttavia, in base al numero limitato di prove svolte vista l'estensione dell'area in esame, non si può escludere che tali terreni possano ricadere in categorie di sottosuolo diverse.

I risultati dell'approva MASW 8, così come forniti dalla Geoconsoli s.r.l., sono riepilogati nella tabella 49 e nel grafico di figura 20.

Tabella 42 – Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S7

Sondaggio	Campioni	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CEN ISO/TS 17892-4)				Argilla (%)	
			Sabbia con limo debolmente argillosa e ghiaiosa	Limo argilloso debolmente sabbioso	Limo sabbioso ghiaioso argilloso	Limo argilloso	Limo (%)	Argilla (%)
S7	CR 1 *	4,00-4,50	6	3	12	/	4	18
S7	CR 2 *	7,85-8,00	6	3	12	/	4	18
S7	CR 3 *	10,00-10,20	6	3	12	/	4	18
S7	CR 4 *	16,90-17,00	6	3	12	/	4	18

Tabella 43 – Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S8

Sondaggio	Campioni	Profondità (m)	Descrizione (UNI-CEN ISO/TS 17892-4)				Argilla (%)	
			Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Ghiaia con sabbia limosa	Limo (%)	Argilla (%)
S8	CR 1	1,70-1,90	3	11	23	50	2	37
S8	CR 2	3,20-3,40	3	11	23	50	2	37
S8	CR 3	4,80-5,00	3	11	23	50	2	37
S8	CR 4	5,50-5,70	3	11	23	50	2	37
S8	CR 5	6,80-7,00	3	11	23	50	2	37
S8	CR 6	8,80-9,00	3	11	23	50	2	37
S8	CR 7	19,20-19,40	3	11	23	50	2	37

Tabella 47. Elaborazione prove **SPT** sondaggio **S7** per determinazione caratteristiche meccaniche

Prova											Moduli (Mpa)			
	Profondità (m)		σ'_v kN/m ²	N _{spt}	Dr (%)		ϕ' (°) Scheramento		Cu (kPa) Nav-Fac		L:25		G ₀	
											Denver	Chia/Goto		
	da	a			N ₁₍₆₀₎	G-H	Sk	Dr _{G-H}	Dr _{Sk}	min.	max.			
SPT 1	4,50	4,95			96,00	10	10	52	41	35	34	27	/	/
SPT 2	7,00	7,45	138,78	8	7	/	/	/	/	/	30	60	/	/
SPT 3	10,00	10,45	169,35	51	38	/	/	/	/	/	191	383	/	/
SPT 4	13,50	13,76	199,92	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 5	16,50	16,95	230,49	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 6	19,00	19,45	260,04	60	33	/	/	/	/	/	225	450	/	/
SPT 7	21,00	21,33	280,42	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 8	24,00	24,45	321,18	88	43	/	/	/	/	/	330	660	/	/
SPT 9	28,00	28,45	351,75	81	36	/	/	/	/	/	304	608	/	/

Tabella 48. Elaborazione prove **SPT** sondaggio **S8** per determinazione caratteristiche meccaniche

Prova	Profondità (m)		σ'_v kN/m ²	N _{spt}	Dr (%)		ϕ' (°) Scheramento			Cu (kPa) Nav-Fac		Moduli (MPa)		
												E ₂₅	G ₂	
	da	a			N _{spt}	N ₁₍₆₀₎	G-H	Sk	Dr _{G-H}	Dr _{sk}	r _{ss}	min.	max.	Denver
SPT 1	3,00	3,45	76,49	41	46	100	88	42	40	40	/	/	50	65
SPT 2	6,00	6,45	100,38	41	41	100	83	42	38	40	/	/	50	83
SPT 3	9,00	9,45	127,95	36	32	/	/	/	/	/	135	270	/	/
SPT 4	12,00	12,45	159,20	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 5	14,80	14,83	186,77	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 6	18,00	18,45	209,74	59	38	/	/	/	/	/	221	443	/	/
SPT 7	21,00	21,24	228,12	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 8	23,50	23,55	255,69	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SPT 9	28,00	28,42	292,45	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tabella 49. Risultati prova sismica **MSW 8**

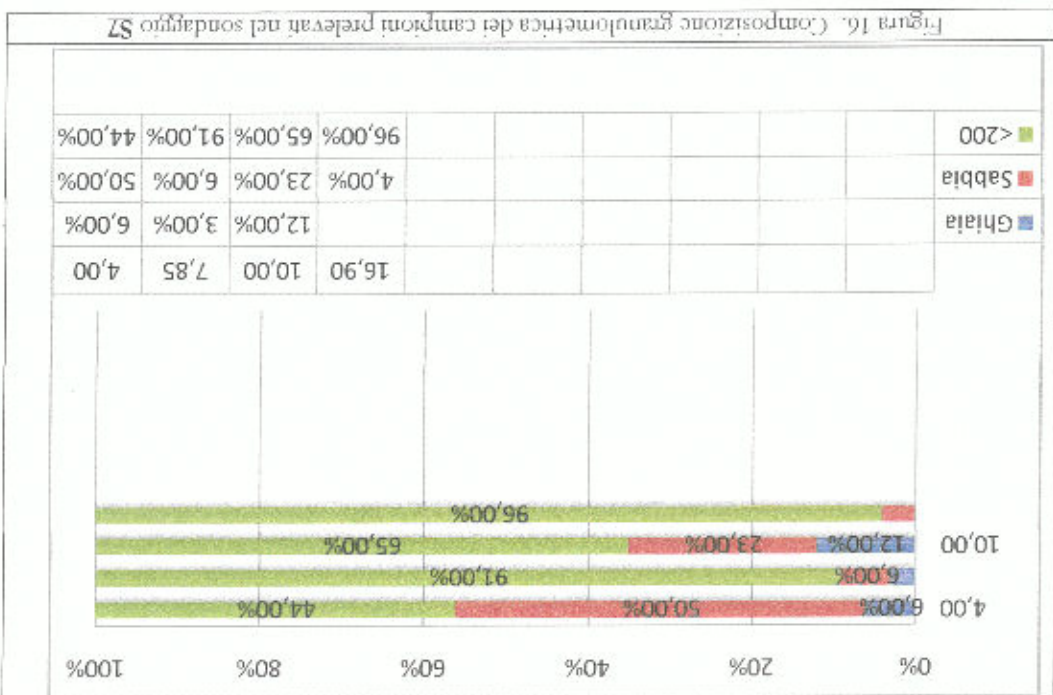
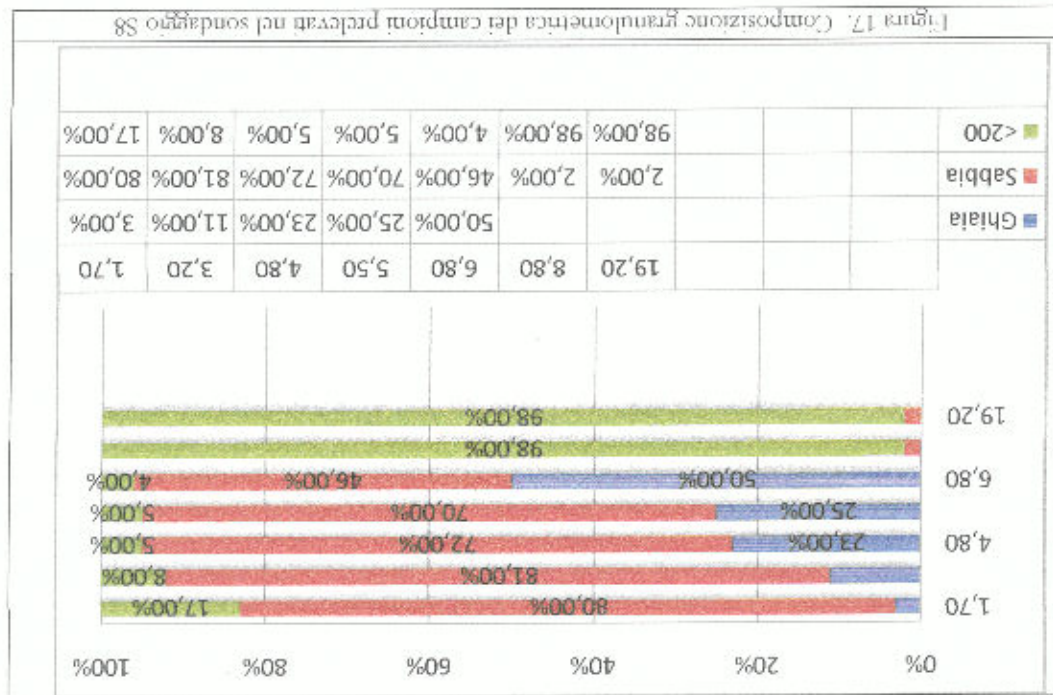
Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30 (m/sec)	Tipo di Suolo
1	3,00	3,00	358,56	427	B
2	5,50	8,50	358,56		
3	25,00	33,50	462,42		

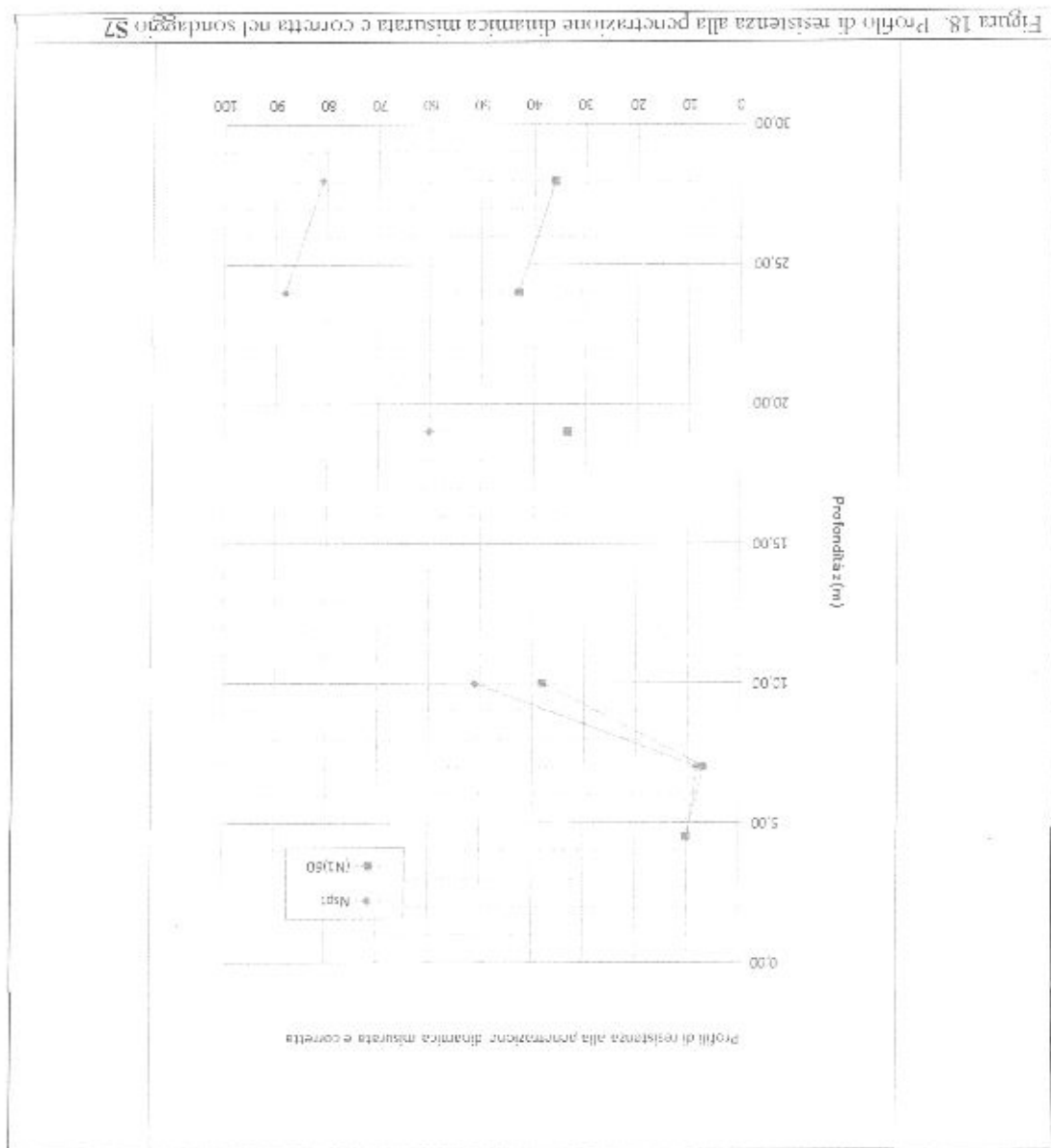
Tabella 50. Valutazione del **potenziale di liquefazione** dai risultati delle prove SPT eseguite in **S7**

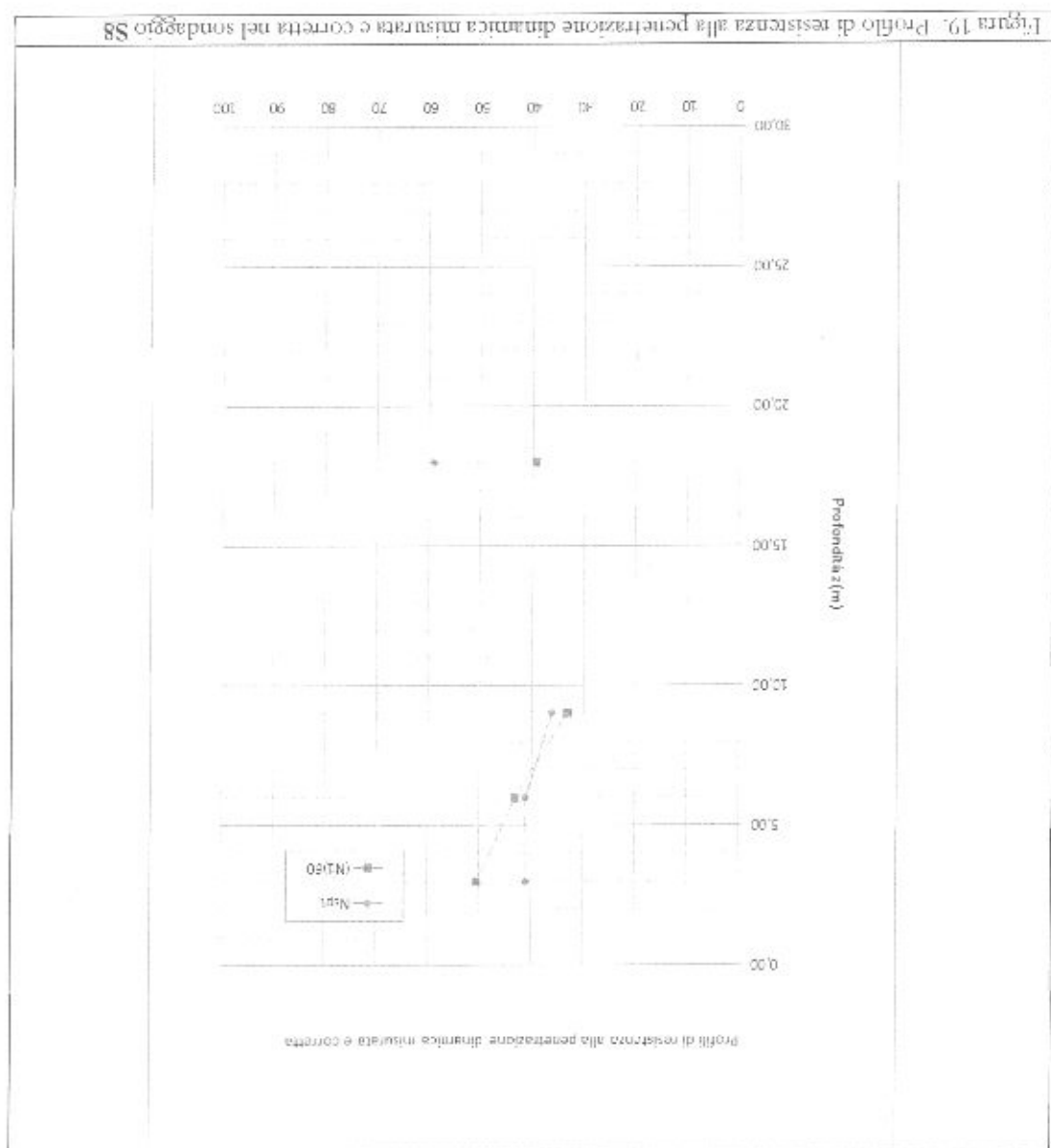
CANTIERE		Vibo Valentia			a _{max} = 0,35 g		M = 7,5	S7	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE				
Prof. dal p.c. (m)	Z (m)	σ_{vo} kN/m ²	σ'_{v0} kN/m ²	Tipo di terreno		Fc (%)	N _{spt}	(N') ₆₀	(N') _{100s}	r _d	CSR	CRR	FS
da a		96,00	96,00	Sabbia con limo debolmente argilloso ghiaiosa		44,0	10	10	10	0,787	0,18	0,12	0,67
						91,0	8	7	7	/	/	/	/
				Limo argilloso debolmente sabbioso		65,0	51	38	45	/	/	/	/
						ND	R	/	/	/	/	/	/
				Argille marnose		96,0	R	/	/	/	/	/	/
						ND	60	33	50	/	/	/	/
						ND	R	/	/	/	/	/	/
						ND	88	43	82	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/
						ND	81	36	72	/	/	/	/

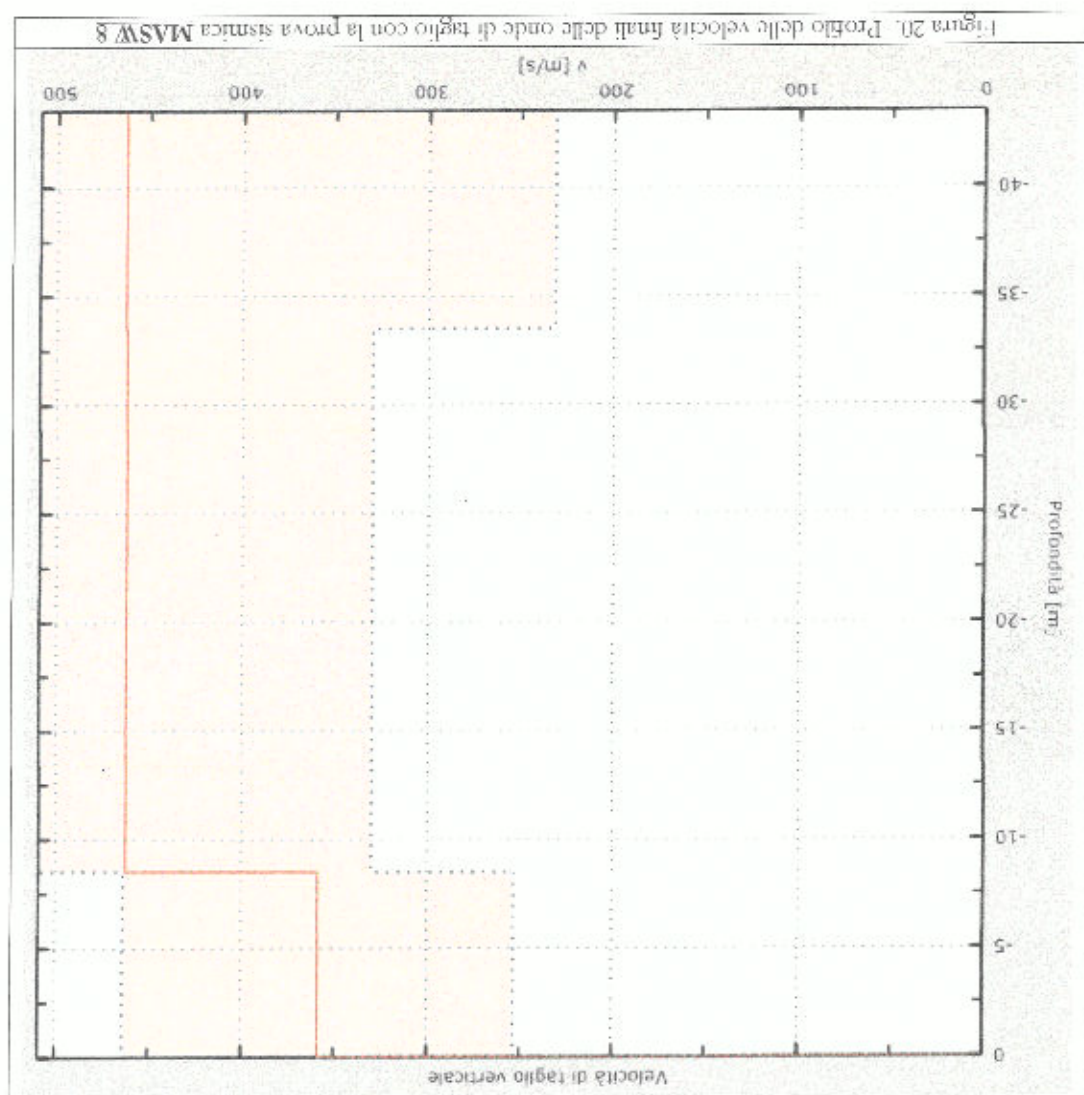
Tabella 51. Valutazione del **potenziale di liquefazione** dai risultati delle prove SPT eseguite in **S8**

CANTIERE	Vibo Valentia				$\sigma_{max}=0,35$ g	M=7,5	S8	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
Prof. dal p.c. (m) da	Z (m)	σ_{vo} kN/m ²	σ'_{vo} kN/m ²	Tipo di terreno	Fe (%)	N _{spt}	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60cs}	r _d	CSR	CRR	FS	
3,45	3,30	62,70	62,70	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa	8,0	41	50	47	0,787	0,18	8,39	46,2	
6,45	6,30	121,60	91,19		8,0	41	43	42	0,786	0,24	8,81	36,7	
9,45	9,30	178,60	118,76		98,0	36	33	34	/	/	/	/	
12,45	12,30	235,60	146,33	Limbo con argilla	98,0	R	/	/	/	/	/	/	
14,83	15,10	288,80	172,06		98,0	R	/	/	/	/	/	/	
18,45	18,30	349,60	201,47		98	39	39	52	/	/	/	/	
21,24	21,30	404,70	228,12	Marna argillose	ND	R	/	/	/	/	/	/	
23,55	23,80	450,30	250,18		ND	R	/	/	/	/	/	/	
28,42	28,30	537,70	292,45		ND	R	/	/	/	/	/	/	









3.7 ZONA NORD-EST (VIBO PIZZO)

Sulla porzione di territorio del Comune di Vibo oncentrata a Nord-Est, sono stati eseguiti nei pressi della stazione ferroviaria "Vibo pizzo", il sondaggio S9 (a valle rispetto alla linea ferroviaria e alla S.S. 18 e a una quota di 130 m s.l.m.) e il sondaggio S10 (a monte rispetto alla linea ferroviaria e alla S.S. 18 e a una quota di 175 m s.l.m.) e le relative prove in sito.

In particolare, nel foro di sondaggio S9 (spunto fino alla profondità di 8,00 m dal p.c.) e sui campioni prelevati nel corso dello stesso, sono state condotte le seguenti prove:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche standard SP1;
 - n. 2 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
 - n. 2 analisi granulometriche per sedimentazione;
 - n. 1 determinazione dei limiti di Atterberg;
 - n. 1 determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- mentre nel corso del sondaggio S10 (spunto fino alla profondità di 12,00 m dal p.c.) sono state condotte le seguenti prove:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche standard SP1;
- n. 3 analisi granulometriche per vagliatura meccanica;
- n. 3 analisi granulometriche per sedimentazione;
- n. 3 determinazione dei limiti di Atterberg;
- n. 3 determinazione del contenuto naturale d'acqua.

Nella stessa area d'indagine relativa al sondaggio S9, per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal p.c., è stata eseguita la prospezione sismica **MASW 9** con i seguenti parametri: distanza interfononica 2,00 m, shot a 2,00 m dal primo geofono, tempo di acquisizione 2 secondi, intervallo di campionamento 2 millisecondi. L'esatta ubicazione topografica della prova Masw e dei sondaggi eseguiti sono riportati sulla Tav. 4. I risultati delle stesse sono riportati nel rapporto tecnico delle indagini fornito dalla ditta Geconsol s.r.l.

3.7.1 STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI, CLASSIFICAZIONE E PROPRIETÀ FISICHE DELLE TERRE

SONDAGGIO S9

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S9 condotta fino alla profondità di 8,00 dal p.c., ad eccezione della coltre di copertura pedogenizzata costruita da "limo con argilla debolmente sabbiosa" di spessore di circa 1,20 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come:

- "coltre colluvionale costituita da limo con argilla debolmente sabbiosa" (da profondità 1,20 m fino a 1,95 m);
- "coltre di alterazione di complesso gessoso con alterazione intensa al tetto ed elevata al letto" (da profondità 1,95 m fino a 6,70 m);
- "gess. ad alterazione da media a debole" (da profondità 6,70 m fino a 8,00 m);

Le prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite solo su campioni prelevati fino alla profondità di 6,00 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:

- Sabbia ghiaiosa limosa (campione CR1);
- Sabbia con limo debolmente argillosa o limi inorganici di media compressibilità (campione CR2);

I terreni presenti a profondità maggiori di 6,00 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CRN ISO/TS 14688-1, mentre per i terreni coesivi si è utilizzata la carta di plasticità di Casagrande.

La falda, rilevata in data 9 luglio 2013 in corrispondenza del sondaggio S9, risulta assente.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si sono determinati valori del limite di liquidità w_{pl} pari al 31,1 % e del limite di plasticità I_p , risulta pari al 8,4 %, l'indice di plasticità w_{pl} è risultato pari al 6,5 %.

L'indice di consistenza **Ic** risulta pari a 2,94 indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza da semisolidi a solidi.

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre relative al sondaggio S9 sono riportati nelle tabelle 52 e 54 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 21.

SONDAGGIO S10

I terreni che si riscontrano lungo la verticale del sondaggio S10 condotta fino alla profondità di 12,00 m dal p.c., ad eccezione di uno strato di terreno di riporto di spessore di circa 1,10 m, sono descritti nel rapporto tecnico delle indagini come:

- "coltre colluvionale costituita da limo con argilla debolmente sabbiosa" (da profondità 1,10 m fino a 1,95 m);
- "coltre colluvionale costituita da limo con argilla debolmente sabbiosa o sabbioso con vari clasti di ghiaie fini e medie" (da profondità 1,95 m fino a 11,20 m);
- "ghiaie ad alterazione debole" (da profondità 11,20 m fino a 12,00 m);

I.e prove di classificazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, eseguite su campioni prelevati fino alla profondità di 9,90 m dal p.c., hanno evidenziato la presenza di:

- Argilla limosa di media plasticità (campione CR1);
- Argilla limosa di media plasticità (campione CR2);
- Sabbia con limo argillosa o limo inorganico di media compressibilità (campione CR3).

I terreni presenti a profondità maggiori di 9,90 m dal p.c. non sono stati classificati. La Norma usata per la classificazione granulometrica è la UNI CEI EN ISO/TS 14688-1, mentre per i terreni coesivi si è utilizzata la carta di plasticità di Casagrande.

La falda, rilevata in data 9 luglio 2013 in corrispondenza del sondaggio S10, risulta presente a partire da una profondità di 1,55 m dal p.c.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si sono determinati valori del limite di liquidità w_L compresi tra il 30,7 % (campione CR3) e il 39 % (campione CR1) e del limite di plasticità w_p compresi tra il 21 % (campione CR2) e il 25,2 % (campione CR1).
L'indice di plasticità **Ip**, risulta variabile tra il 6,8 % (campione CR3) e il 13,8 % (campione CR1).
Il contenuto naturale d'acqua w_n è variabile tra il 18 % (campione CR1) e il 22,7 % (campione CR3).
L'indice di consistenza **Ic** risulta compreso tra 0,94 (campione CR2) e 1,52 (campione CR1) indicando la presenza di una frazione di terreni a grana fine di consistenza da solida-plastica a semisolidi.

I risultati delle prove di classificazione e di determinazione delle proprietà fisiche delle terre relative al sondaggio S10 sono riportati nelle Tabelle 53 e 55 e, con riferimento alla classificazione granulometrica, nella figura 22.

3.7.2 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E DI DEFORMABILITÀ

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità delle differenti formazioni sono state condotte solo prove in sito di tipo penetrometrico dinamico standard SPT.

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche standard condotte nei sondaggi S9 e S10 sono illustrati nelle Tabelle 56 e 57. L'interpretazione delle prove SPT, svolta utilizzando le correlazioni più accreditate nella letteratura scientifica, è invece riassunta nelle Tabelle 58 e 59. L'andamento dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT con la profondità è rappresentato nelle figure 23 e 24. Dall'analisi dei risultati delle prove in sito è possibile ricavare i seguenti parametri meccanici:

Angolo di resistenza al taglio di picco	Modulo elastico drenato	Modulo elastico a taglio	Densità relativa
$\phi = 30^\circ$	$E_{25} = 30.000 - 43.000 \text{ kPa}$	$G_0 = 46.000 - 77.000 \text{ kPa}$	$DR = 55 - 86 \%$

S10	CR 3	9.70-9.90	Sabbia con limo argilloso	3	50	36	11
S10	CR 2	6.50-6.60	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	7	35	42	16
S10	CR 1	2.00-2.20	Limo argilloso sabbioso	2	22	52	24
Sondaggio Campione	Profondità (m)	(UNI-CEI-ISO/TS 17892-4)	Descrizione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)

Tabella 53 – Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S10

S9	CR 2	5.90-6.00	Sabbia con limo debolmente argilloso	3	49	38	10
S9	CR 1	3.70-3.80	Sabbia ghiaiosa limosa	20	58	18	4
Sondaggio Campione	Profondità (m)	(UNI-CEI-ISO/TS 17892-4)	Descrizione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)

Tabella 52 – Composizione granulometrica dei campioni prelevati nel sondaggio S9

I risultati della prova MASW 9, così come forniti dalla Geocconsol s.r.l., sono ricpiogati nella tabella 6) e nel grafico di figura 25.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III N.T.C./2008). Queste ultime, fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo interessato dalle opere, sono state individuate in base ai valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) di propagazione delle onde di taglio calcolati sulla base delle misure condotte dalla Geocconsol s.r.l.

3.7.4 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per i terreni riscontrati lungo la verticale di sondaggio S10, la valutazione del potenziale di liquefazione non è stata eseguita in quanto tali terreni sono stati classificati dal punto di vista geotecnico come terreni coesivi e non suscettibili a tale fenomeno.

Tuttavia, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta, non è escluso che nell'area d'interesse si possano riscontrare terreni suscettibili a liquefazione.

3.7.3 VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

In ogni caso, vista l'estensione limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della normativa vigente.

Resistenza al taglio in condizioni non drenate $C_u = 60 - 150 \text{ kPa}$

con riferimento alle prove **SPT1 e SPT2** (da 4.80 a 8.45 m) eseguite durante il sondaggio S10.

Tabella 57- Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S10

Sondaggio		Prova		Profondità (m)		da		a		N _{SPT}	
S10	SPT 1		4,80	5,25	6	N1				8	16
S10	SPT 2		8,00	8,45	10					23	40
S10	SPT 3		11,00	11,40	9					19	108
										R	

Note:

Tabella 56- Risultati delle prove SPT condotte nel sondaggio S9

Sondaggio		Prova		Profondità (m)		da		a		N _{SPT}	
S9	SPT 1		3,00	3,45	5	N1				7	15
S9	SPT 2		6,00	6,45	9					14	18
										R	

Note:

Tabella 55. Contenuto naturale d'acqua, limiti di Atterberg, indice di plasticità, indice di consistenza, indice di attività dei campioni prelevati nel sondaggio S10

Sond. Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _c	A	Argille inorganiche di media plasticità	Argille inorganiche di media plasticità	Lami inorganici di media plasticità	Lami inorganici di media compressibilità e limi organici
S10	CR 1	2,00-2,20	18,04	38,99	25,16	13,83	1,52	0,58			
	CR 2	6,50-6,60	21,63	32,26	20,98	11,27	0,94	0,70			
	CR 3	9,70-9,90	22,74	30,74	23,96	6,78	1,18	0,62			

Tabella 54. Contenuto naturale d'acqua, limiti di Atterberg, indice di plasticità, indice di consistenza e indice di attività dei campioni prelevati nel sondaggio S9

Sond. Campione	Profondità (m)	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	I _p (%)	I _c	A	Lami inorganici di media compressibilità e limi organici
S9	CR 1	3,70-3,80	/	/	/	/	/	/
	CR 2	5,90-6,00	6,46	31,10	22,71	8,39	2,94	0,84

Tabella (6). Risultati prova sismica MASW 9						
Strato	Spessore	(m)	2.00	420.30	555	B
	Profondità	(m)	2.00	431.90		
	Vs	(m/sec)	17.00	571.10		
	Vs30	(m/sec)	32.00	643.73		
	Tipo di Suolo					

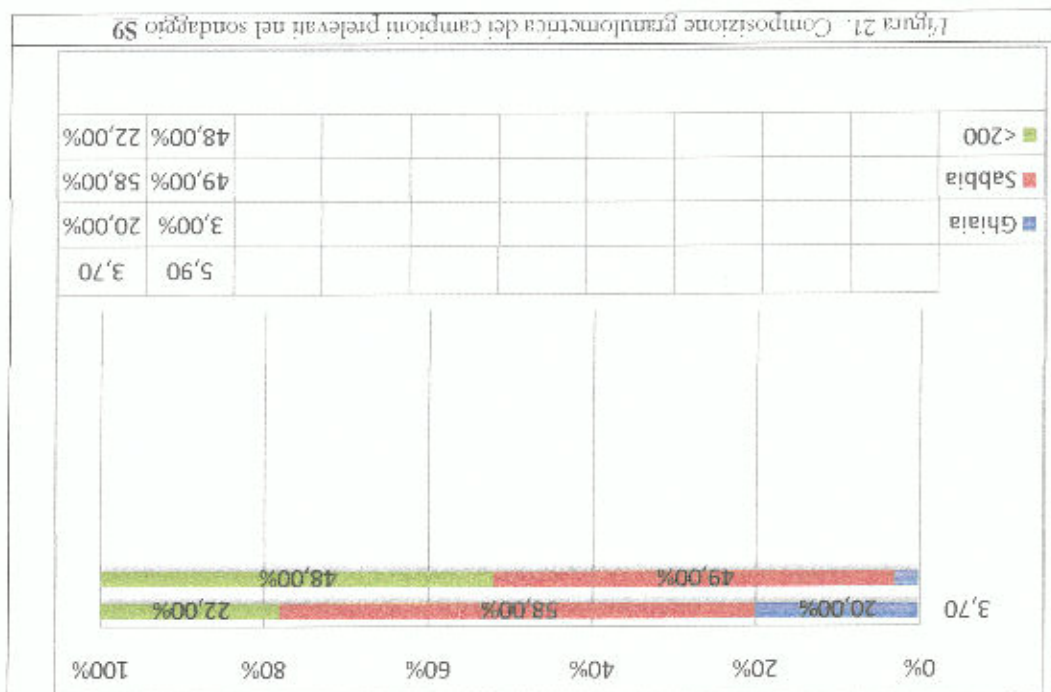
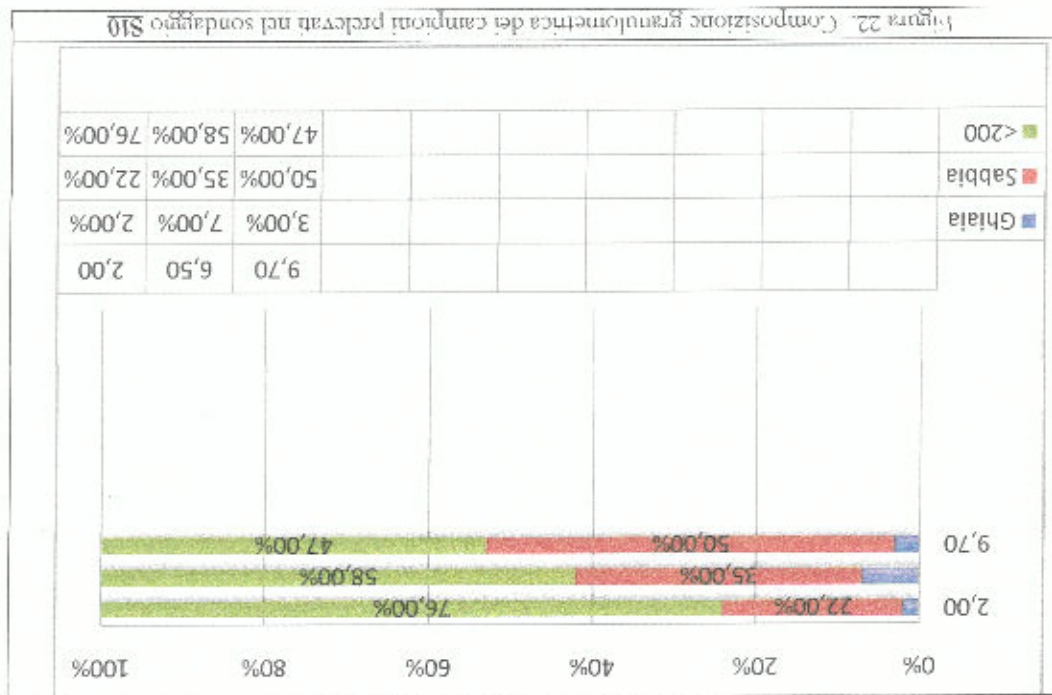
Tabella 60. Risultati prova sismica MASW 9

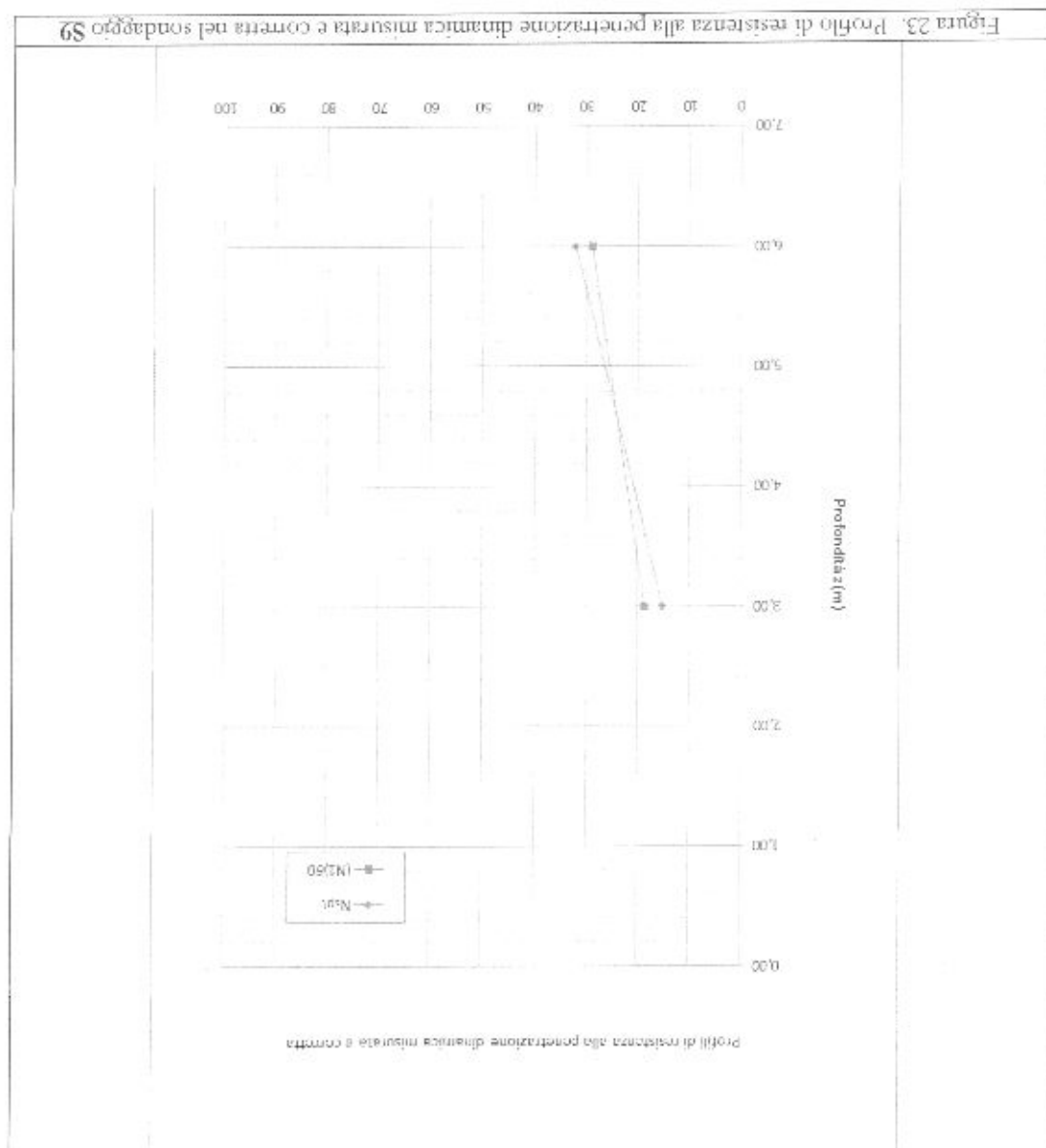
Prova	Profondità		σ_v	N _{spt}	G-11	Sk	Dr _{G-H}	Dr _{SK}	RUS	C _u (kPa)		E ₂₅	G ₀
	da	(m)								Nav. Fac	max.	Denver	Ohia/Goro
SPT 1	4.80	5.25	62.99	16	18	/	/	/	/	60	120	/	/
SPT 2	8.00	8.45	92.40	40	41	/	/	/	/	150	300	/	/
SPT 3	11.00	11.40	119.97	R	R	R	/	/	/	/	/	/	/

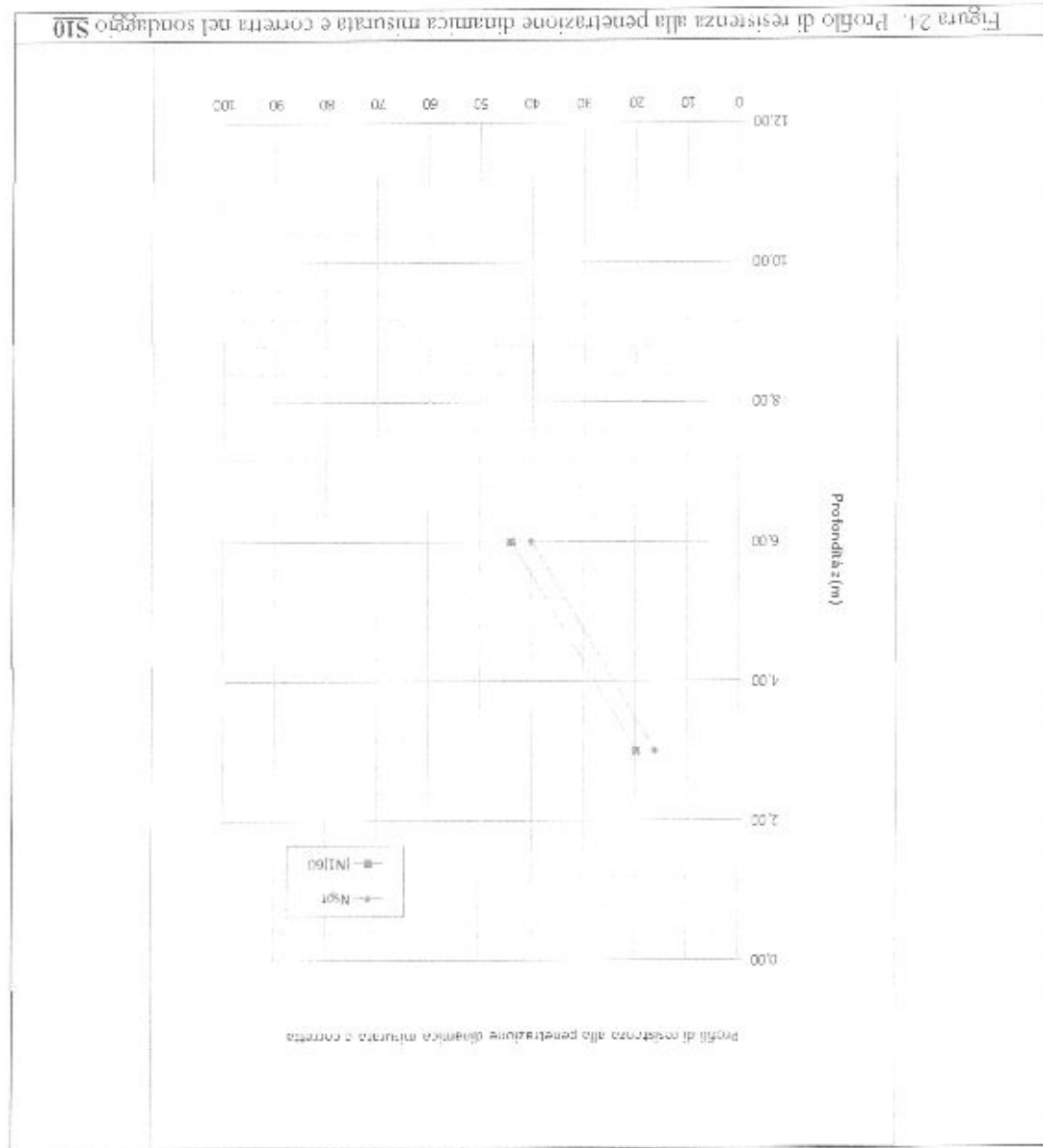
Tabella 59 . Elaborazione prove SPT sondaggio S10 per determinazione caratteristiche meccaniche

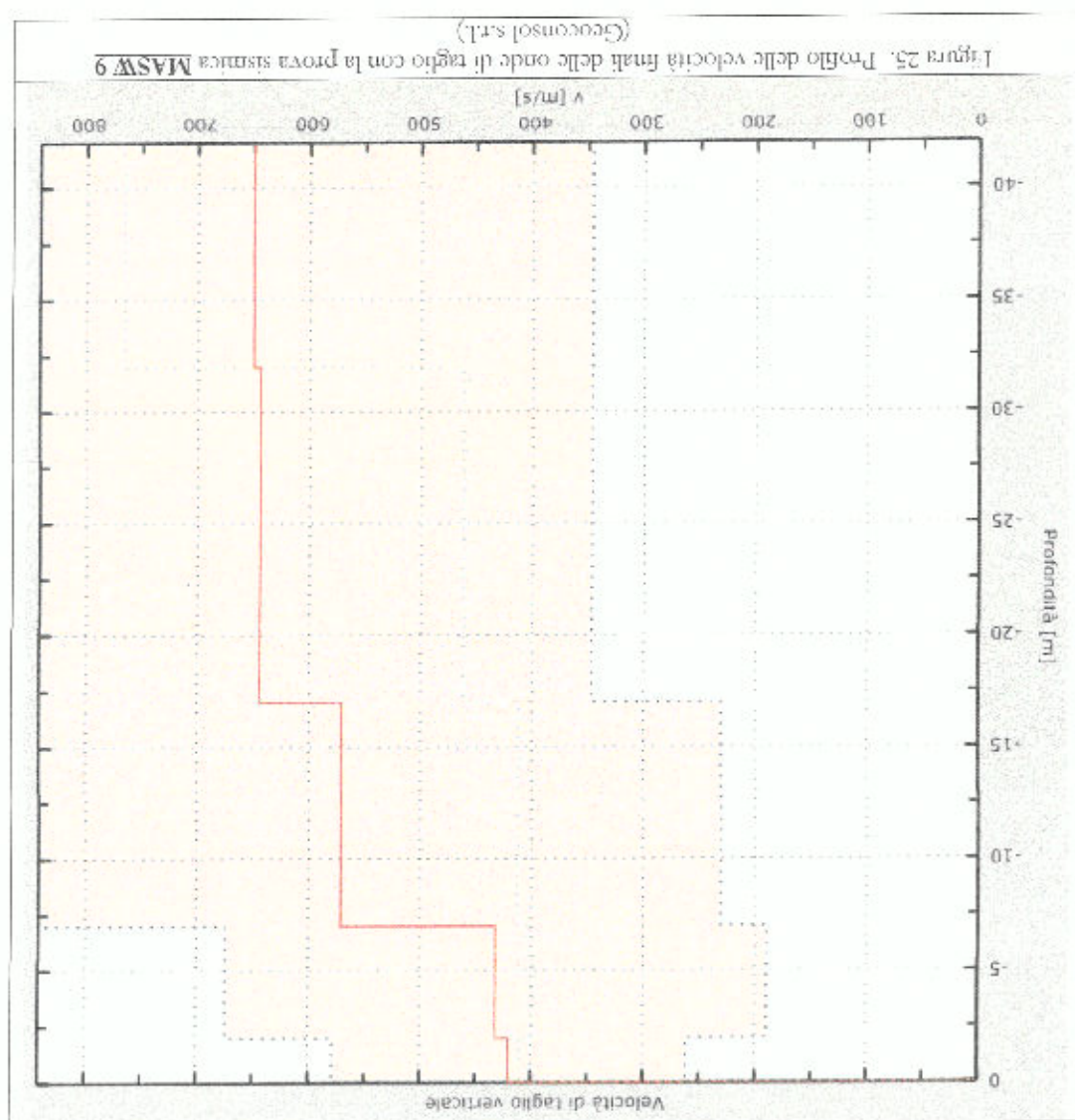
Prova	Profondità		σ_v	N _{spt}	G-11	Sk	Dr _{G-H}	Dr _{SK}	RUS	C _u (kPa)		E ₂₅	G ₀
	da	(m)								Nav. Fac	max.	Denver	Ohia/Goro
SPT 1	3.00	3.45	62.70	15	18	71	55	38	36	40	38	30	46
SPT 2	6.00	6.45	121.60	32	29	86	69	40	37	38	36	30	77

Tabella 58 . Elaborazione prove SPT sondaggio S9 per determinazione caratteristiche meccaniche









4. CONCLUSIONI

Nella presente relazione, sulla base dei risultati delle indagini in sito e in laboratorio eseguite dalla ditta GEOCONSOL s.r.l. e dall'Ing. G. s.n.c. (Istituto Prove Geotecniche), è stata definita la caratterizzazione geotecnica dei siti indagati, cioè quelli dove sono previste dal piano nuove costruzioni. In particolare, per i terreni presenti lungo le diverse verticali di sondaggio, sono state definite la successione stratigrafica, la classificazione e le proprietà fisiche, le caratteristiche di resistenza e deformabilità, la suscettibilità a liquefazione, la tipologia di sottosuolo e la posizione della falda.

In generale, in tutti i siti indagati, essendo stato molto limitato, per motivi economici, il numero delle indagini svolte in relazione all'ampiezza delle zone investigate, la caratterizzazione geotecnica fornita non può ritenersi esaustiva per la progettazione delle opere per la quale, in relazione alla tipologia di opera in progetto, dovranno essere richieste idonee indagini geognostiche come previsto dalla normativa vigente.

Inoltre, le condizioni di falda sono state rilevate, nel periodo compreso tra il 9 e il 23 luglio 2013, mediante l'installazione, in corrispondenza di ogni foro di sondaggio, di un piezometro. Pertanto, per tutti i sondaggi svolti le letture piezometriche disponibili, molto limitate nel tempo, non consentono la determinazione del livello di saturazione stagionale della falda e una valutazione accurata dell'andamento delle pressioni neutre, che dovrà essere condotta per la progettazione delle opere mediante idonee indagini geognostiche.

Per quanto riguarda il quesito di cui al punto 2 della nota della Regione Calabria del 20/12/2013 prot. Città di Vibo Valentia n. 54853 (successiva alla campagna di indagini svolta limitata solo ai siti ove il piano prevede sviluppo urbano) inerente alla zona urbanizzata situata nella frazione Tripani perimetrate in rosso dal genio civile di Catanzaro per fenomeni di instabilità in atto, non sono disponibili indagini e/o studi geotecnici, e pertanto al momento non sussistono le condizioni per la rimozione del vincolo esistente.

Nel seguito, considerata l'ampia estensione dell'intera area di indagine, le prescrizioni degli scavi sono state differenziate in funzione della zona in cui sono state eseguite le indagini e precisamente:

- la zona Lsa (affidamento sondaggio S1);
- la zona Sud (affidamento sondaggio S2);
- la zona Sud Est (affidamento sondaggio S3);
- la zona Ovest (affidamento sondaggio S4);
- la zona Nord-Ovest (affidamento sondaggi S5 e S6);
- la zona Nord (affidamento sondaggi S7 e S8);
- la zona Nord-Est (affidamento sondaggi S9 e S10).

Per quanto invece attiene alla caratterizzazione geotecnica condotta si ramanda ai singoli capitoli in cui la stessa è descritta in dettaglio.

ZONA EST

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta (è stato eseguito un solo sondaggio meccanico S1 e una sola prova geotecnica MASW 10) in relazione alle dimensioni dell'area in esame e considerato il numero ridotto di prove SPT interpretabili, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

ZONA Sud

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame (è stato eseguito un solo sondaggio meccanico S2) e una sola prova geotecnica MASW 1), è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonee indagini geognostiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

ZONA Sud-Est

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame (è stato eseguito un solo sondaggio meccanico S3) e una sola prova geotecnica MASW 4) e tenuto conto dell'assenza di prove di laboratorio è

necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonei indagini geostatiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

ZONA OVEST

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame (è stato eseguito un solo sondaggio meccanico (S4) e una sola prova geostatica MASW 5), è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonei indagini geostatiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

Inoltre, in tale zona ricade la zona urbanizzata, sita nella frazione Trapani, perimetrata in rosso dal piano civile di Catanzaro per fenomeni di instabilità in atto, per la quale, al momento, non essendo disponibili indagini e studi geotecnici, non sussistono le condizioni per la rimozione del vincolo esistente.

ZONA NORD-OVEST

Prescrizione: Per la zona in esame, investigata mediante i sondaggi S5 e S6 e le prove geostatiche MASW 6 e MASW 7, le analisi relative alla valutazione del potenziale di liquefazione indicano la presenza di terreni granulari saturi da sciolli a mediamente addensati suscettibili a liquefazione. Pertanto in tale zona la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture dovrà necessariamente prevedere idonei e puntuali studi geotecnici finalizzati anche alla verifica a liquefazione. Qualora quest'ultima verifica non risulti soddisfatta non potranno essere realizzate nuove opere a meno che non siano previsti (e quindi eseguiti) opportuni interventi di miglioramento dei terreni di fondazione finalizzati alla rimozione della potenziale instabilità a liquefazione (in grado cioè di scongiurare l'occorrenza di eventuali stati limite ultimi o di esercizio delle

ZONA NORD

Frazione Bivona (Sondaggio S7)

Prescrizione: Per la zona in esame, più superficiale costituita da terreni granulari saturi suscettibili a liquefazione. Pertanto in tale zona, considerato anche il numero limitato di prove svolte in relazione all'estensione dell'area in esame, la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture dovrà prevedere idonei e puntuali studi geotecnici finalizzati anche alla verifica a liquefazione. Qualora quest'ultima verifica non risulti soddisfatta non potranno essere realizzate nuove opere a meno che non siano previsti (e quindi eseguiti) opportuni interventi di miglioramento dei terreni di fondazione c/o fondazioni speciali finalizzati alla rimozione della potenziale instabilità a liquefazione (in grado cioè di scongiurare l'occorrenza di eventuali stati limite ultimi o di esercizio delle opere in progetto).

Frazione Vibo Marina (Sondaggio S8)

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione molto limitata della campagna di indagini condotta in relazione alle dimensioni dell'area in esame (è stato eseguito un solo sondaggio meccanico S8), è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonei indagini geostatiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

ZONA NORD-EST (Vibo Pizzo)

Prescrizione: Per la zona in esame, vista l'estensione limitata della campagna di indagini condotta (sono stati eseguiti due soli sondaggi meccanici (S9 e S10) e una sola prova geostatica MASW 9), in relazione alle dimensioni dell'area in esame, è necessario prevedere in fase di progettazione l'esecuzione di idonei indagini geostatiche per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo ai sensi della Normativa vigente.

Messina, gennaio 2014

IL CIRLPO DI LAVORO

(Prof. Ing. Nicola Moraci)

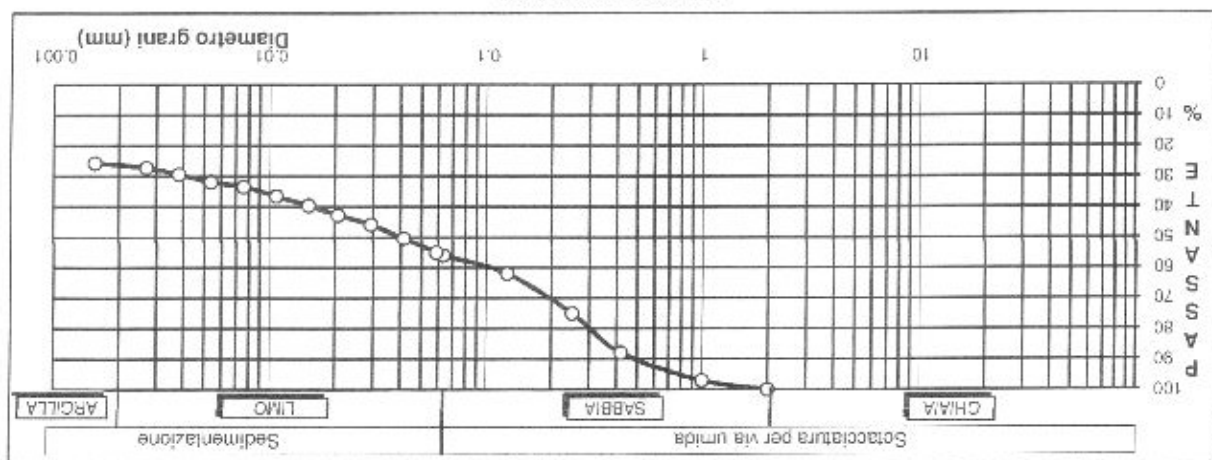
(Geol. Francesco Petrangola)



Integrazione al rapporto tecnico delle indagini
PSC di Vibo Valentia

ALLEGATO I

I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche di Cella Domenico, Soler Sergio, Valenza Massimiliano Via Otto Malera n° 21 Castañero (CS) Tel-Fax 0984 465174 - E-Mail: ipg2004@ethereal.it www.ipg2004.it	Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	
	ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CN EN ISO 9001:2008		
Data arrivo campione: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 03/12/2013 Pagine Certificato: 1	Verbalie Accettazione: 591 Certificato numero: 3002 Data Certificato: 05/12/2013	
INDIRIZZO: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vico Valentia. Escursione della campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale. GEOCONSUL: Geoconsul srl per conto Amministrazione Comunale di Vico Valentia		
SONDAGGIO: 5 Campione: 2 PROFONDITÀ: m 5.80 - 6.00		



DAI DATI SETACCIATURA

Qualità del campione	g	Massa del campione utilizzata:	Passante (%)	Trattenuto (%)	Massa tratt. (gr)	Diámetro (mm)	Percentuale (%)	Tempo (min)	Densità miscela (g/ml)	Densità acqua (g/ml)	Percentuale (%)	Diámetro (mm)
Q1	29											
Q2	27											
Q3	26											
Q4												
Q5												

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :

Diámetro (mm)	Massa tratt. (gr)	Trattenuto (%)	Passante (%)	Tempo (min)	Densità miscela (g/ml)	Densità acqua (g/ml)	Percentuale (%)	Diámetro (mm)
0	0			1	10	3		
0	0			100.00	0.420	35	12	88.00
0	0			100.00	0.250	72	25	75.00
0	0			100.00	0.125	112	38	62.00
0	0			100.00	0.063	129	44	56.00
0	0			100.00				
2	0			100.00				

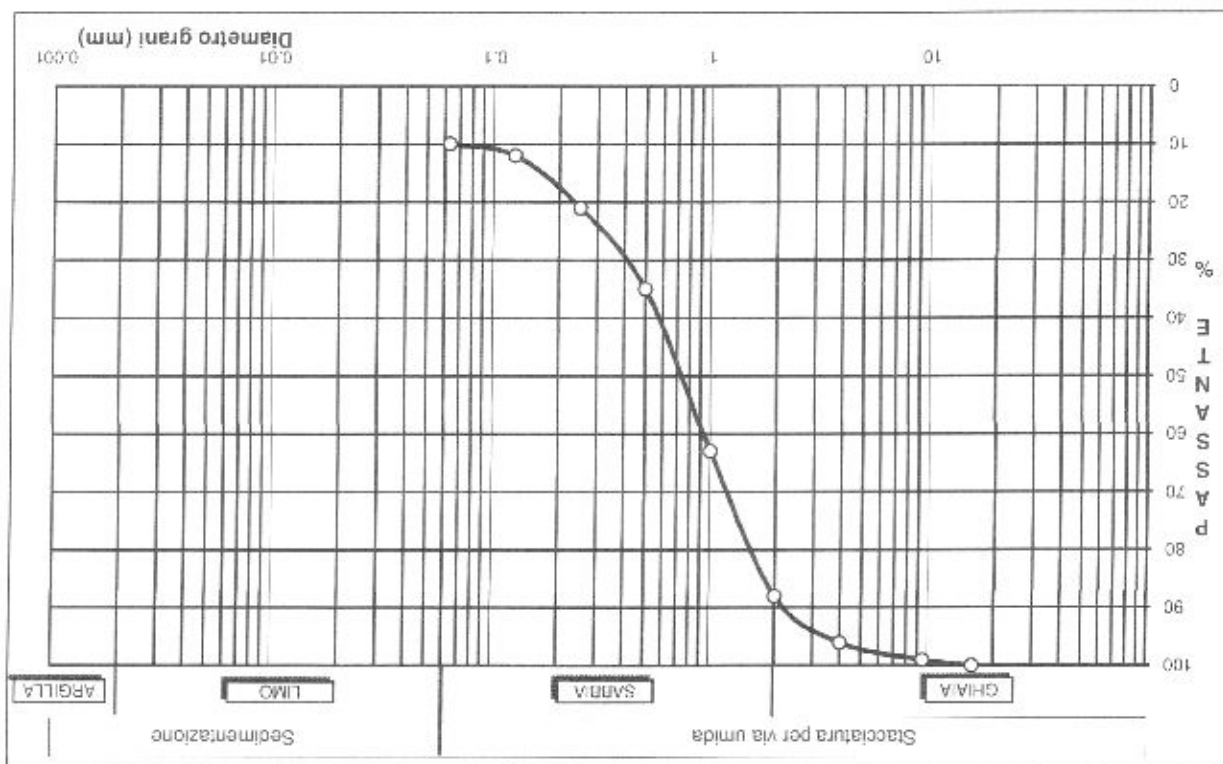
Percentuali classi granulometriche:

Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
26%	30%	44%	0%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Cella

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Domenico, Soker Sergio, Massimiliano Via Ono Marica n° 21, Castelbello (CS) Tel. Fax 0984 465174 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		
Data arrivo campioni: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 03/12/2013 Fugine Certificato: 1		
Verbale Accettazione: 591 Certificato numero: 3003 Data Certificato: 05/12/2013		
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Fecutorio della campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.		
COMMITTENTE: Geocoops srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia		
SONDAGGIO: 5 Campione: 3 PROFONDITÀ: m 8.50 - 9.00		



NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :		Sabbia Ghiaiosa debolmente Limosa		sigrSa	
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia		12%	
		Sabbia		78%	
		Limo		10%	
Diametro (mm)	Massa tratt. g	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:	
0	0	0	100.00	555 g	
0	0	0	100.00	Qualità del campione	
0	0	0	100.00	0.5	
0	0	0	100.00	0.25	
0	0	0	100.00	0.125	
9.5	8	1	99.00	0.063	
4	22	4	96.00	0.05	
2	68	12	88.00	0.04	
				0.03	
				0.02	
				0.01	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qualità del campione	
				555 g	
				Qual	

Classificazione UNI EN ISO/TS 14688 - 1 :		Lmo con Argilla debolmente Sabbioso				sacSI			
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	0%	Sabbia	9%	Limo	53%	Argilla	38%

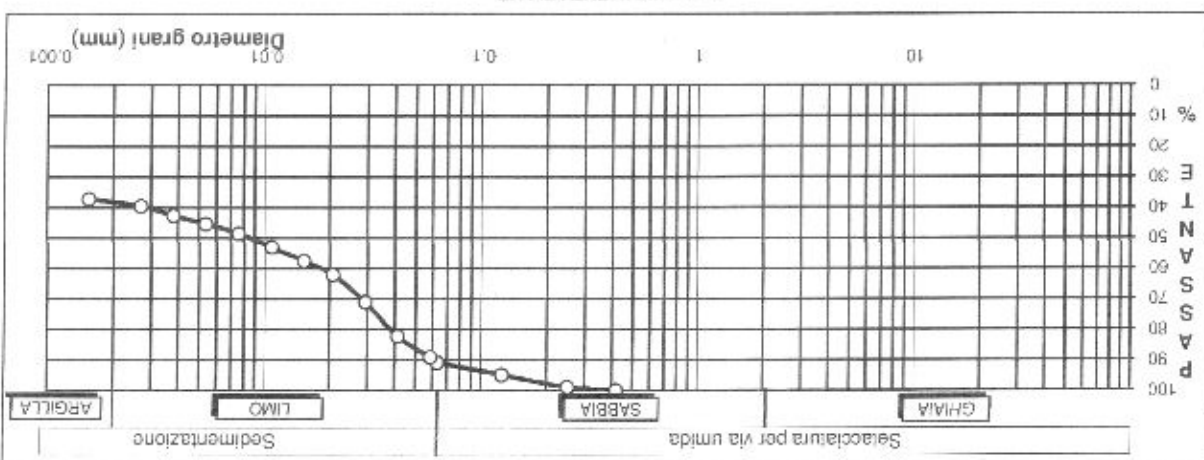
NORMA DI RIFERIMENTO: UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

[illegible]

DATA SET ACCIATURA

Tempo al (min)	Densità miscele	Diametro grati (mm)	% percentuale	Tempo M (min)	Densità miscela	Diametro grati (mm)	% Percentuale
0.5	1.019	0.082521	94	60	1.009	0.00759	49
1	1.018	0.058396	89	120	1.0083	0.00537	45
2	1.0165	0.041339	82	240	1.0077	0.003799	43
4	1.014	0.029287	71	480	1.007	0.002688	40
8	1.012	0.02074	62	1440	1.0065	0.001552	37
15	1.011	0.015158	58				
30	1.01	0.010726	53				

DATI SEDIMENTAZIONE



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Domestico, Soleri Sergio, Valenza Masimiliano Via Otto Martini n° 21 Casimben (CS) Tel.-Fax 0984 463174 – E-Mail: ipg2004@ethenet.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		Analisi Granulometrica mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	
Data arrivo campione: 12/07/2013	Data esecuzione prova: 04/12/2013	Pagine Certificato: 1	Data emissione certificato: 05/12/2013
Verbo Accettazione: 591	Certificato numero: 3004	Data Certificato: 05/12/2013	Pagine Certificato: 1
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vico Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geostatiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.		COMMITTENTE: Geocomsol srl per conto Amministrazione Comunale di Vico Valentia	
SONDAGGIO 5		Campione: 5 PROFONDITA': m 12,45 - 12,60	

I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

Via Otto Minerale n° 21 Castrolibero (CS) Tel - Fax 0984 463174 -
E-Mail: ipg2004@libero.it

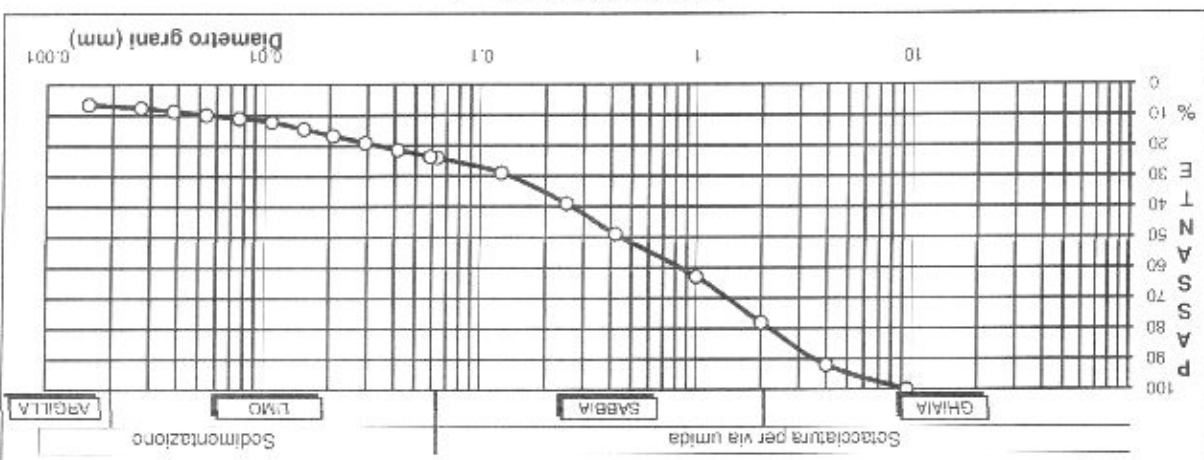
Data arrivo campione: 12/07/2013
Data esecuzione prova: 04/12/2013
Pagina Certificato: 1

Verdiale Accettazione: 591
Certificato numero: 3005
Data Certificato: 05/12/2013

INIZIATIVE:
Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Fsecuzione della campagna di indagini geognostiche e
prova di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.

COMMITTENTE: Geoscons srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia

SONDAGGIO: 5
Campione: 7
PROFONDITÀ: m 15.45 - 15.60



DATI SEDIMENTAZIONE

Tempo (min)	Densità miscele (g/ml)	Diametro granuli (mm)	Percentuale (%)	Tempo (min)	Densità miscele (g/ml)	Diametro granuli (mm)	Percentuale (%)
0.5	1.0195	0.08249	24	60	1.008	0.007596	11
1	1.019	0.058351	24	120	1.007	0.005375	10
2	1.017	0.041323	21	240	1.006	0.003804	9
4	1.015	0.029264	19	480	1.005	0.002692	8
8	1.013	0.020724	17	1440	1.004	0.001555	7
15	1.011	0.015158	15				
30	1.009	0.010734	12				

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Tralleno (%)	Tralleno (%)	Massa tratt. gr.	Tralleno (%)	Tralleno (%)	Passante (%)
0	0	0	100.00	1	288	37	63.00
0	0	0	100.00	0.420	395	51	49.00
0	0	0	100.00	0.250	471	61	39.00
0	0	0	100.00	0.125	556	71	29.00
9.5	0	0	100.00	0.063	589	76	24.00
4	62	8	92.00				
2	171	22	78.00				

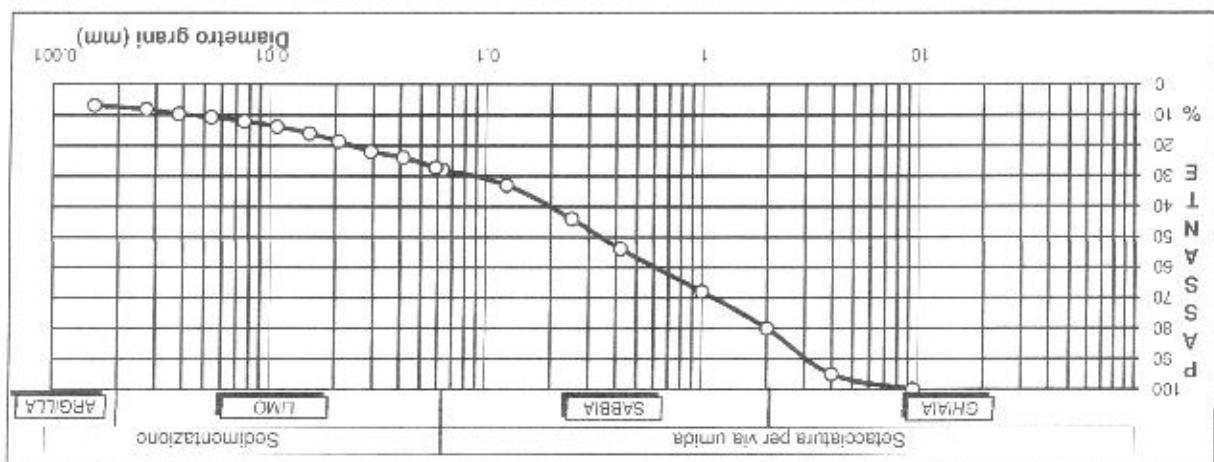
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Sabbia Ghiaiosa Limosa debolmente Argillosa	Argilla	7%
--	---	---------	----

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Colia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Domercq, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Otto Maiers n° 21 (Castrolibero (CS) Tel - Fax 0984-465174 - E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autonizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)
	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione
Data arrivo campione: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 04/12/2013 Pagine Certificato: 1	Verbale Accettazione: 591 Certificato numero: 3006 Data Certificato: 05/12/2013
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geotecniche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.	
COMMITTENTE: Geconsul srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia	
SONDAGGIO: 5 Campione: 8 PROFONDITÀ: m. 18.45 - 18.60	



Tempo At (min)	Densità miscela gram (mm)	Diametro gram (mm)	Percentuale	Tempo Al (min)	Densità miscela gram (mm)	Diametro gram (mm)	Percentuale
0.5	1.0195	0.08249	28	60	1.0075	0.007599	12
1	1.019	0.058351	27	120	1.0065	0.005377	11
2	1.0165	0.041339	24	240	1.0057	0.003805	10
4	1.015	0.029264	22	480	1.0045	0.002693	8
8	1.0125	0.020732	19	1440	1.0035	0.001556	7
15	1.0105	0.015164	16				
30	1.0088	0.010736	14				

Qualità del campione

Massa del campione utilizzata: 36 g

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Tritenuto %	Tritenuto %	Massa tratt. gr.	Tritenuto %	Tritenuto %	Passante %
0	0	0	100.00	1	258	32	68.00
0	0	0	100.00	0.420	369	46	54.00
0	0	0	100.00	0.250	450	56	44.00
0	0	0	100.00	0.125	540	67	33.00
9.5	0	0	100.00	0.063	580	72	28.00
4	40	5	95.00				
2	158	20	80.00				

Qualità del campione

Massa del campione utilizzata: 805 g

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Sabbia Ghiaiosa Limosa debolmente Argillosa	Argilla	8%
--	---	---------	----

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Cella

I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione**

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorevolezza Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

di Cella Francisco, Salvo Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Otto Majera n° 21 Casale Monferrato (CS) Tel - Fax 0984 465174 -
 E-Mail: ipg2001@libero.it www.ipg2001.it

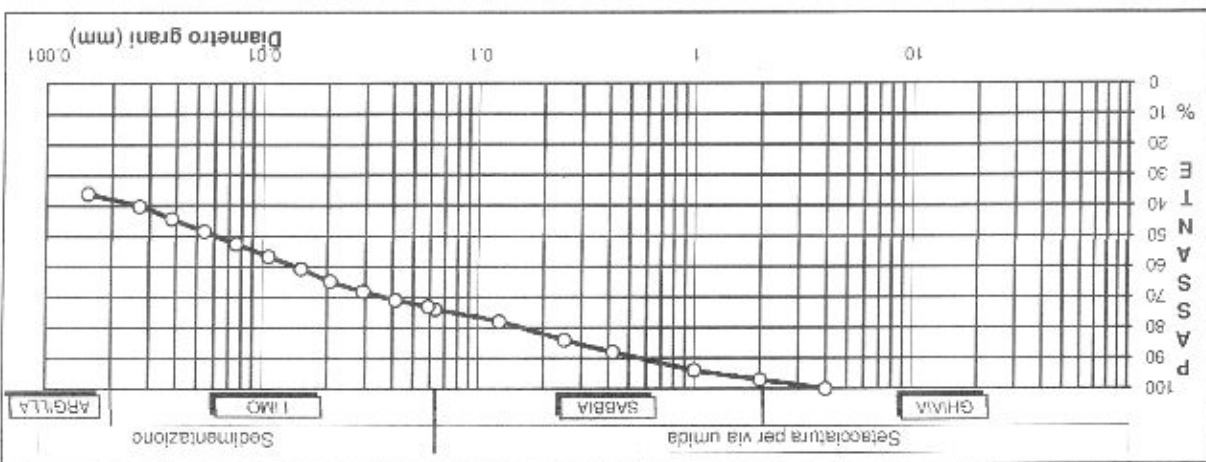
Veriale Accettazione: 591 **Certificato numero:** 3007 **Data Certificato:** 05/12/2013

Data arrivo campione: 12/07/2013 **Data esecuzione prova:** 03/12/2013 **Pagine Certificato:** 1

INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - l'escursione della campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.

COMMITTENTE: Geosurvey srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia

SONDAGGIO: 6 **Campioni:** 1 **PROFONDITÀ:** m 4.00 - 4.50



DATI SEDIMENTAZIONE

Tempo At (min)	Densità miscela grammi (mm)	Diametro grammi (mm)	Percentuale	Massa del campione utilizzata: g	Qualità del campione	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
0.5	1.017	0.082647	77	60	1.011	0.007579	53			
1	1.016	0.058485	73	120	1.01	0.005363	48			
2	1.0155	0.041371	71	240	1.009	0.003795	44			
4	1.0148	0.029269	68	480	1.008	0.002686	40			
8	1.014	0.020709	65	1440	1.007	0.001552	36			
15	1.013	0.015135	61							
30	1.012	0.01071	57							

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Percentuale	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Percentuale	Trattamento	Passante	Massa del campione utilizzata: g	Qualità del campione	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
0	0	0	100.00	1	19	6	94.00	306						
0	0	0	100.00	0.420	38	12	88.00							
0	0	0	100.00	0.250	50	16	84.00							
0	0	0	100.00	0.125	68	22	78.00							
0	0	0	100.00	0.063	81	26	74.00							
4	0	0	100.00											
2	8	3	97.00											

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :					Argilla con Limo Sabbioso					sasici										
Percentuali class. granulometriche:					Ghiaia		3%		Sabbia		23%		Limo		36%		Argilla		38%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

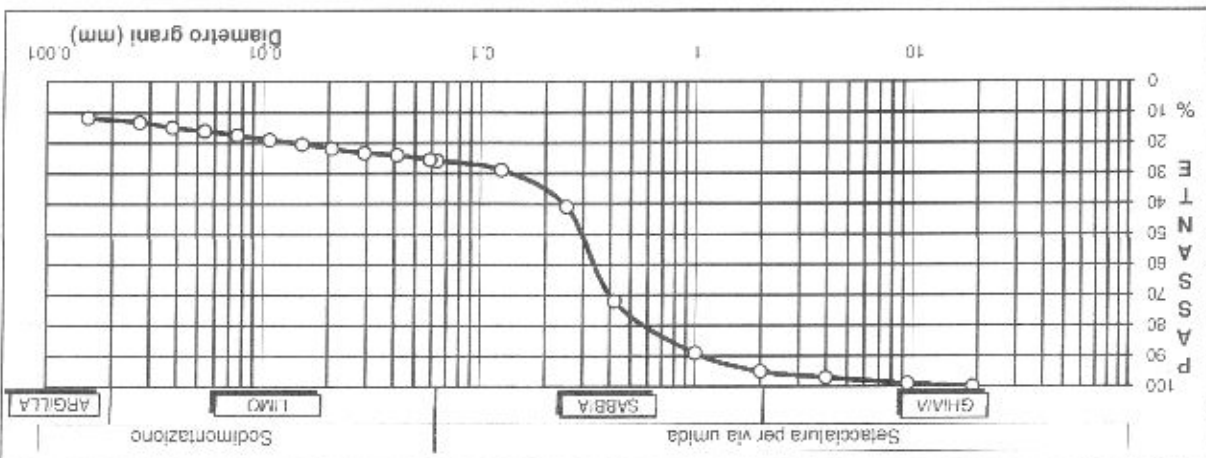
Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Cella

I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche

di Cella Donniccio, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Otto Martini n° 21 Castrolibero (CS) Tel - Fax 0984 465174
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione

Data arrivo campione:	12/07/2013	Data esecuzione prova:	09/12/2013	Pagine Certificato:	1
Verbole Accettazione:	591	Certificato numero:	3008	Data Certificato:	06/12/2013
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Psecuzione della campagna di indagini geostatiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.					
COMMENTI: Geocoordi sul per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia					
SONDAGGIO:	6	Campione:	3	PROFONDITA' m:	12.80 - 13.00



DATI SEDIMENTAZIONE

Tempo (min)	Densità miscela (g/cm³)	Densità gran (mm)	Percolato (mm)	Tempo (min)	Densità miscela (g/cm³)	Densità gran (mm)	Percolato (mm)
0.5	1.017	0.082647	27	60	1.0105	0.007582	18
1	1.016	0.058485	26	120	1.0095	0.005365	16
2	1.015	0.041386	24	240	1.0097	0.003796	15
4	1.0145	0.029276	23	480	1.0075	0.002687	13
8	1.0135	0.020717	22	1440	1.0065	0.001552	12
15	1.0125	0.015141	21				
30	1.0115	0.010714	19				

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %
0	0	0	100.00	1	76	11	89.00
0	0	0	100.00	0.420	203	28	72.00
0	0	0	100.00	0.250	427	59	41.00
19	0	0	100.00	0.125	510	71	29.00
9.5	6	1	99.00	0.063	530	74	26.00
4	24	3	97.00				
2	35	5	95.00				

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :		Sabbia Limosa Argillosa debolmente Ghiaiosa				griglia			
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	5%	Sabbia	69%	Limo	13%	Argilla	13%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Cella

Classificazione UNI EN ISO/TS 14688 - 1 :		Sabbia debolmente limosa debolmente Ghiaiosa		cigrSa	
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	5%	Sabbia	83%
		Limo	10%	Argilla	2%

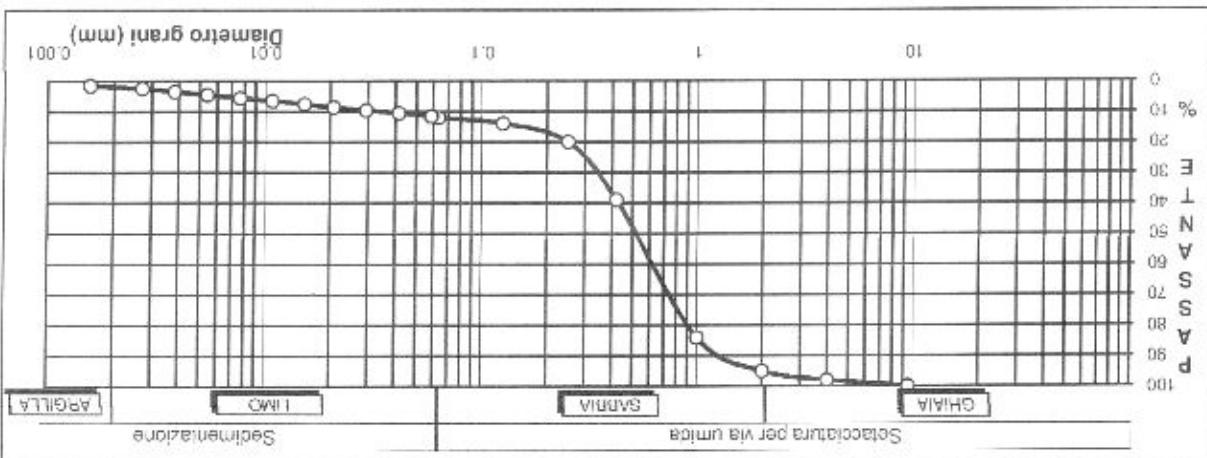
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

[illegible]

DATA SET ACCIATURA

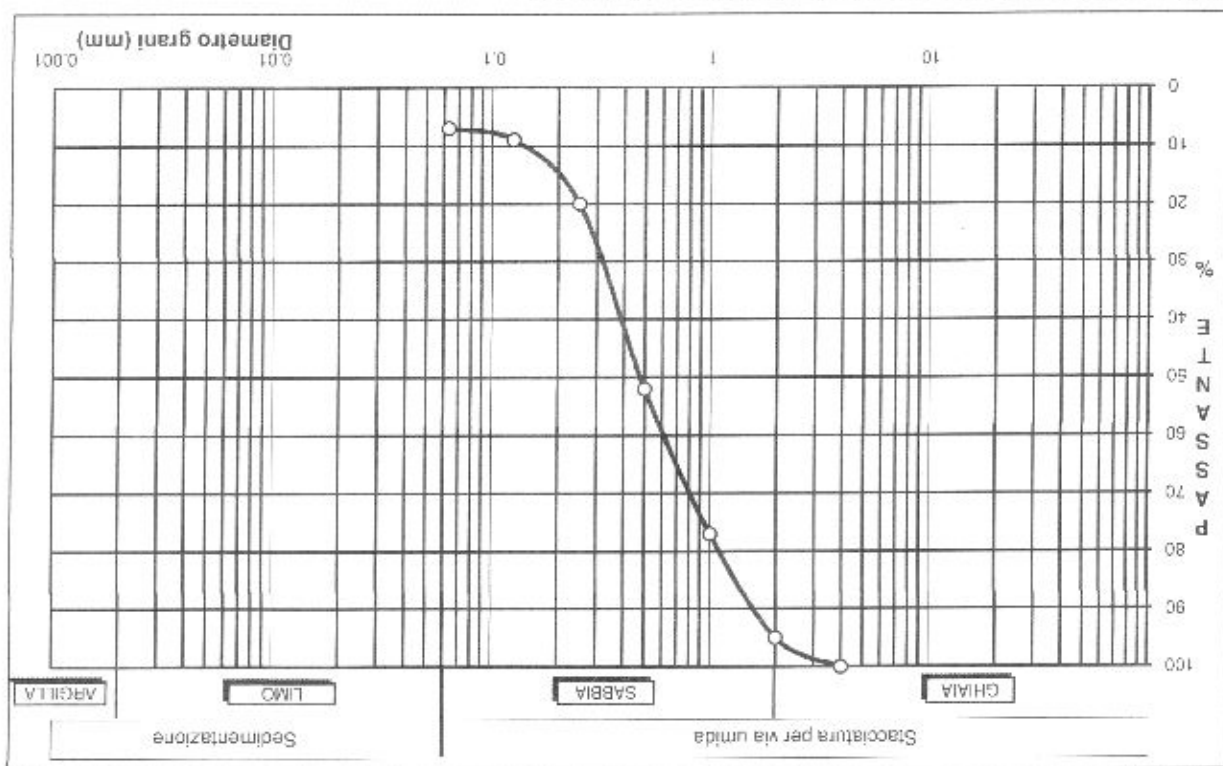
Tempo	Densità	Percentuale	Tempo	Densità	Percentuale
dl (mln)	miscela gram (mm)	%	dl (mln)	miscela gram (mm)	%
0.5	1.017	0.082647	13	60	1.0065
1	1.0155	0.058507	12	120	1.005
2	1.014	0.041418	11	240	1.0035
4	1.0125	0.02932	10	480	1.002
8	1.011	0.020756	9	1440	1.0005
15	1.0095	0.015175	8		
30	1.008	0.010742	7		

DATI SEDIMENTAZIONE



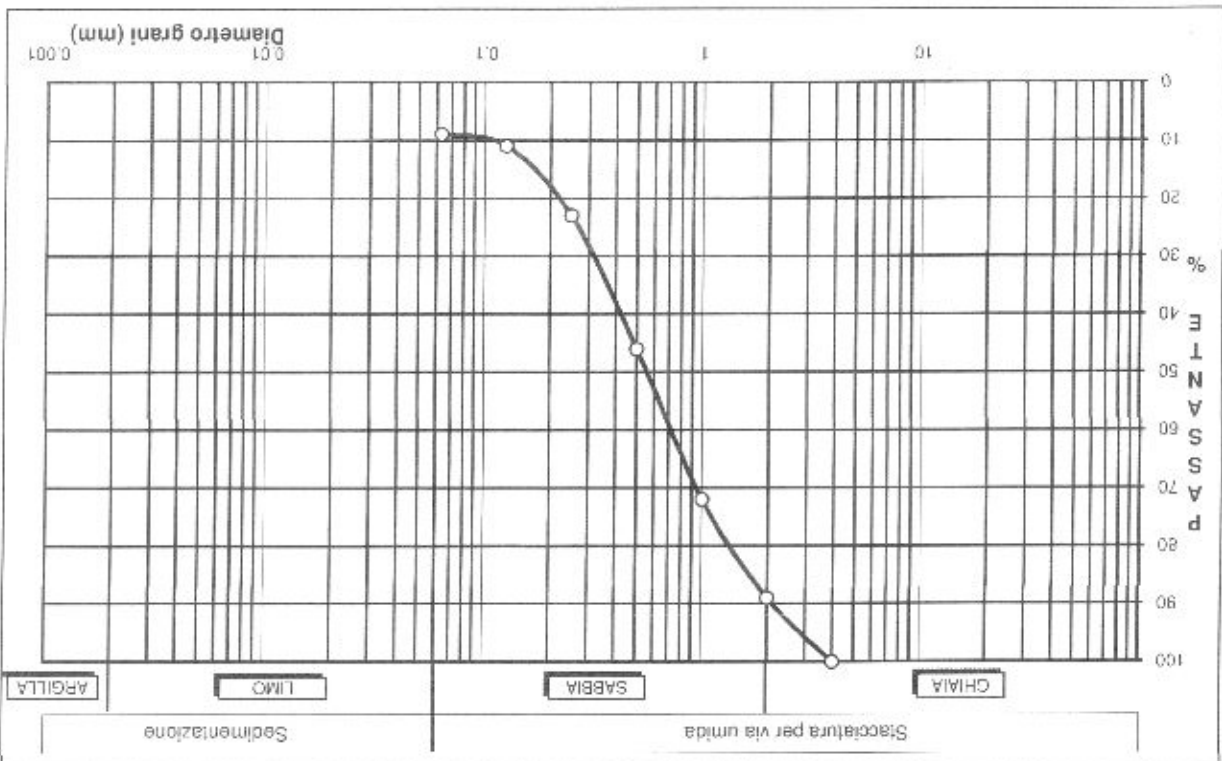
I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Domenico, Selen Sergio, Valenza Massimiliano Via Oro Bianco n° 21 Casanilhen (CS) Tel./Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2007@ipg2007.it		Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	
ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione		Verbalie Accettazione: 591 Certificato numero : 3009 Data Certificato : 05/12/2013	
INIZIATIVE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geoesplorative e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.		COMMITTENTE: Geoscons srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia	
SOMMARIO: Campione : 4 P.H.O.-Q.M.I.V.A.: m 19.80 17.00			

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella D'Amene, Soc. Sergio, Valenza Massimiliano Via Ono Marini n° 21 - Castelbello (CS) Tel.-Fax 0984 465174 - E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli	
Data arrivo campioni: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 03/12/2013 Pagine Certificate: 1		Verboletto Accettazione: 591 Certificato numero: 3010 Data Certificate: 05/12/2013	
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia. Esecuzione della campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.			
COMMITTENTE: Geocompro srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia			
SONDAGGIO Campione: 5 PROFONDITA': m 18.50 - 18.80			



Classificazione UNI EN ISO/TS 14688 - 1 :												Sabbia Ghiaiosa debolmente Limosa				sigrsa					
Percentuali classi granulometriche:												Ghiaia		Sabbia		80%		Limo		9%	
(mm)		Massa tratt.		Tritanto		% Passante		Diametro (mm)		Massa tratt.		Tritanto		% Passante		Massa del campione utilizzata:					
0		0		0		100.00		1		169		28		72.00		605					
0		0		0		100.00		0.5		325		54		46.00		Qualità del campione					
0		0		0		100.00		0.25		465		77		23.00		Q1					
0		0		0		100.00		0.125		536		89		11.00		Q2					
0		0		0		100.00		0.063		548		91		9.00		Q3					
4		0		0		100.00										Q4					
2		68		11		89.00										Q5		DATI STACCA TURFA			

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005



I.P.G. s.r.l. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Romantica, Sesto San Giovanni, Valenza Massimiliano Via Gino Maria n° 21 Castrolibero (CS) Tel - Fax 0981 4651 74 – E-Mail: ipg@libero.it www.ipg2001.it	Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	ANALISI GRANULOMETRICA <u>mediante setacci e/o crivelli</u>	
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008		Pagina Certificato : 1	Data arrivo campione: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 03/12/2013 Foglio Certificato : 1
Verale Accettazione: 591 Certificato numero : 3011 Data Certificato : 05/12/2013	INDAGINE : Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geoesistemiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.	COMMITTENTE : Geoconsoli srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia	SONDAGGIO 6 Campione : 6 PROFONDITA' : m. 25.00 - 25.20

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :		Sabbia con limo debolmente Argillosa debolmente Ghiaiosa					grc15Sa		
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	6%	Sabbia	50%	Limo	37%	Argilla	7%

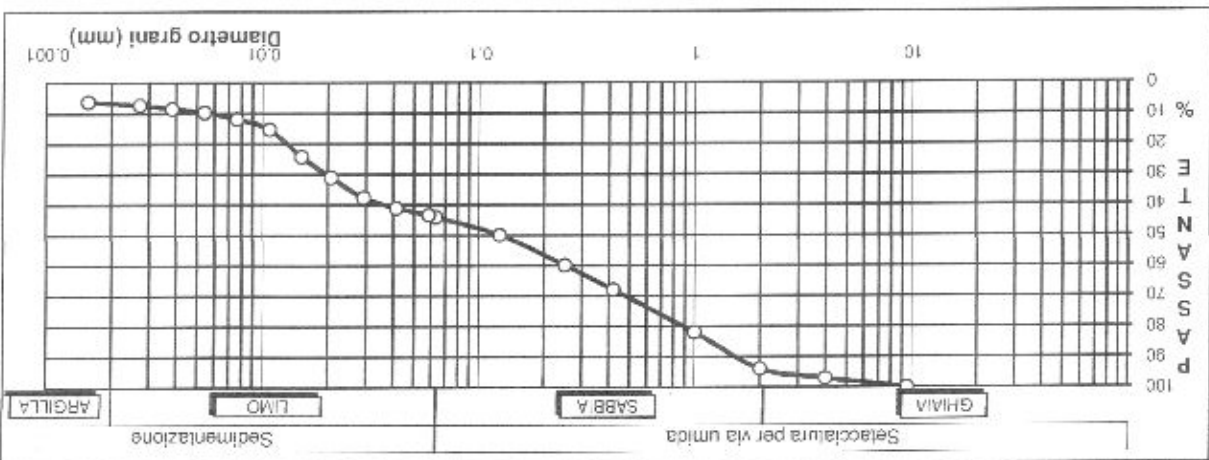
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

[illegible]

DATA SET ACCIATURA

Tempo (s)	Altezza (m)	Costante miscele	Diametro grati (mm)	Porcentuale	Tempo (min)	Densità miscele	Diametro grati (mm)	Porcentuale
0.5	1.018	0.082584	44	60	1.0035	0.007622	12	Massa del campione utilizzata: 33 g
1	1.0175	0.058418	43	120	1.0025	0.005393	10	
2	1.0165	0.041339	41	240	1.002	0.003815	9	
4	1.015	0.029264	38	480	1.0015	0.002699	7	
8	1.012	0.02074	31	1440	1.001	0.001559	6	
15	1.009	0.015181	24					Q5
30	1.005	0.010767	15					Q4

DATI SEDIMENTAZIONE



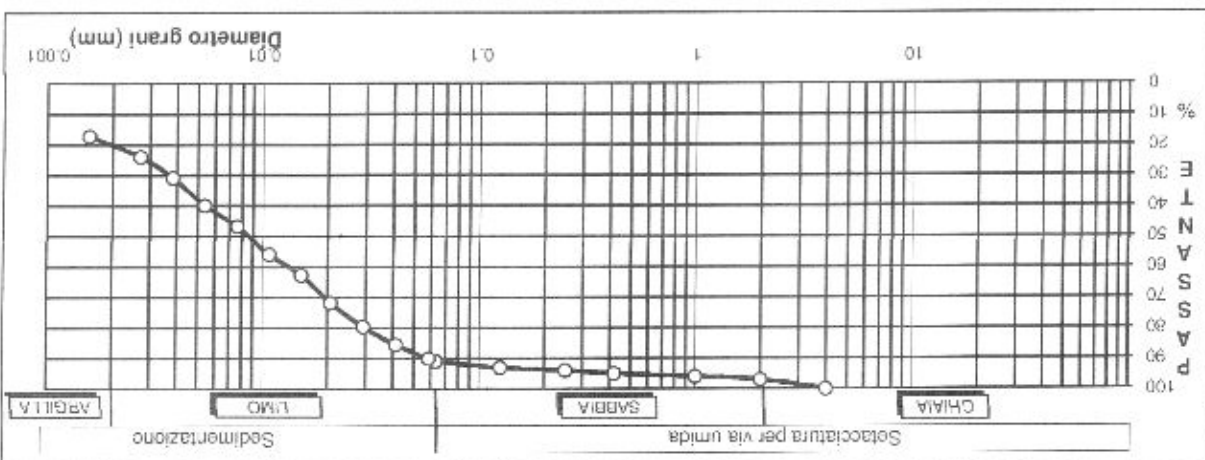
I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche at Carla Domanico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Oren Maera n° 21 Casalebbio (CS) Tel.-Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI-EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		Data anno campione: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 03/12/2013 Pagine Certificato: 1	
Verbalie Accettazione: 591 Certificato numero: 3012 Data Certificato: 05/12/2013		INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geostatiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.	
COMMITTENTE: Gioconsol srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia		SONNAGGIO: 7 Campione: 1 PROFONDITA': m 4.00 - 4.50	

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :		Limo Argilloso debolmente Sabbioso		sacchi					
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	3%	Sabbia	6%	Limo	70%	Argilla	21%

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

[illegible]

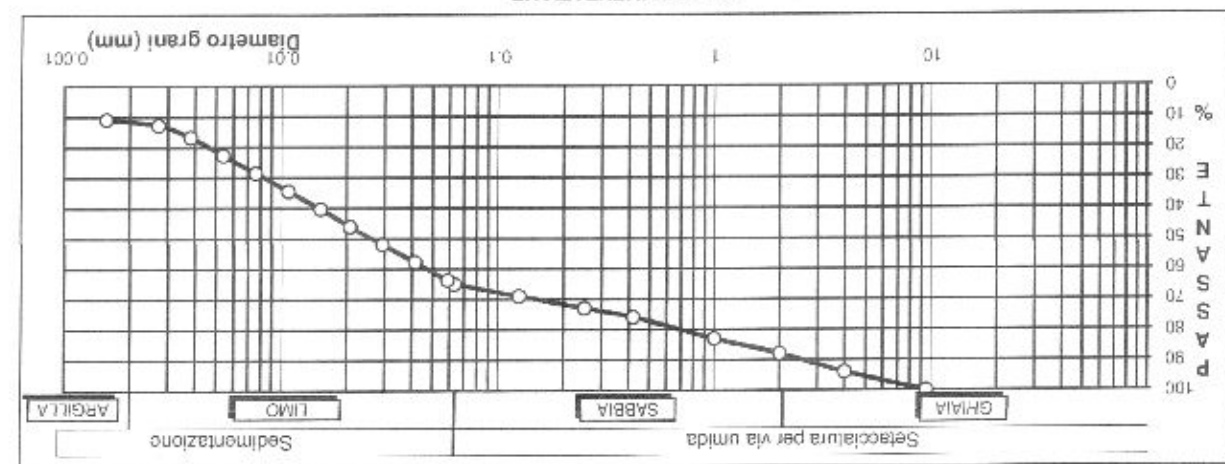
DATI SETACCIAIURA									
Tempo Al (in'')	Densità miscela	Diametro gran (mm)	Percutualità %	Tempo Al (min)	Densità miscela	Diametro gran (mm)	Percutualità %	Qualità del campione	Massa del campione utilizzata: g
0.5	1.0185	0.082553	92	60	1.0085	0.007593	47	33.7	g
1	1.018	0.058396	90	120	1.007	0.005375	40		
2	1.017	0.041323	86	240	1.005	0.003807	31		
4	1.0157	0.029249	80	480	1.0035	0.002695	21		
8	1.014	0.020709	72	1440	1.002	0.001557	17		
15	1.012	0.015146	63						
30	1.0105	0.010722	56						



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Cella Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Oro Metaera n° 21 (Casalibero) (CS) Tel. -Fax 0981-465174 – E-Mail: ipg@ipg.it effer@ipg.it www.ipg2001.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)			
Data arrivo campione: 12/07/2013 Data esecuzione prova: 04/12/2013 Pagine Certificato : 1			
Verbale Accettazione: 591 Certificato numero : 3013 Data Certificato : 05/12/2013			
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vibo Valentia - Fecutorione della campagna di indagini geosistemiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.			
COMMITTENTE: Geoconsol srl per conto Amministrazione Comunale di Vibo Valentia			
SONDAGGIO:	Campione : 2		INFOFONDATA : m 7.85 - 8.00

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione	I.P.G. s.n.c. - Istituto Prove Geotecniche di Cella Domenico, Solco Sergio, Valenza Massimiliano Via Ono Murara n° 21 Castolibero (CS) Tel - Fax 0984 465174 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it
	Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autotizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Data arrivo campione: 12/07/2013 Data esecuzione prove: 03/12/2013 Pagina Certificato: 1	Verbalie Accettazione: 591 Certificato numero: 3014 Data Certificato: 05/12/2013
INDAGINE: Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Vico Valentia - Esecuzione della campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio necessarie per la redazione del Piano Strutturale Comunale.	COMMITTENTE: Geocoopsi srl per conto Amministrazione Comunale di Vico Valentia
SONDAGGIO: 7 Campione: 3 PROFONDITÀ: m 10.00 - 10.20	



Tempo al (min)	Viscosità m.scolata	Diametro grani (mm)	Porosità %	Tempo Al (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Porosità %
0.5	1.016	0.08271	70	60	1.0055	0.00761	29
1	1.0145	0.058551	64	120	1.004	0.005387	23
2	1.013	0.041449	58	240	1.0025	0.003814	17
4	1.0115	0.029342	52	480	1.0015	0.002699	13
8	1.01	0.020771	46	1440	1.001	0.001559	11
15	1.0085	0.015186	40				
30	1.007	0.01075	34				

Diametro (mm)	Massa trall. gr.	Tallonuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa trall. gr.	Tallonuto %	Passante %
0	0	0	100.00	1	42	17	83.00
0	0	0	100.00	0.420	60	24	76.00
0	0	0	100.00	0.250	65	27	73.00
0	0	0	100.00	0.125	76	31	69.00
9.5	0	0	100.00	0.063	86	35	65.00
15	6	6	94.00				
2	12	12	88.00				

NORMA DI RIFERIMENTO: UNI CEN ISO/TS 17892 - 4: Febbraio 2005 Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1:							
Limo Sabbioso Ghiaioso Argilloso							
cigrasi							
Argilla	12%	Limo	53%	Sabbia	23%	Ghiaia	12%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Cella

