

**LITHOS**

STUDIO DI GEOLOGIA

RELAZIONE
GEOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA.
RELAZIONE SISMICA.

*OTTIMIZZAZIONE, RIORGANIZZAZIONE E
AMPLIAMENTO CODICI CER DELL'IMPIANTO
DI DEPOSITO PRELIMINARE E RECUPERO
RIFIUTI INERTI GIÀ AUTORIZZATO CON
AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE
RILASCIATA DALLA REGIONE UMBRIA CON
D.D. 5880/09 DEL 18/06/2009 E SS. M. E I.
ED ATTIVAZIONE DI UNA LINEA LAVAGGIO
RIFIUTI.*

Data SETTEMBRE 2014

Provincia PERUGIA

Comune PERUGIA

Indirizzo LOC. S. MARTINO IN CAMPO

1. PREMESSA

Su incarico della ECOCAVE SRL è stata eseguita una indagine geologica, in ottemperanza alle disposizione della normativa vigente (**DM 14 Gennaio 2008 e successive modifiche ed integrazioni**) sul terreno interessato dal progetto di ottimizzazione, riorganizzazione e ampliamento codici CER dell'impianto di deposito preliminare e recupero rifiuti inerti sito in loc. San Martino in Campo nel Comune di Perugia già autorizzato con autorizzazione integrata ambientale rilasciata dalla regione Umbria con D.D. 5880/09 del 18/06/2009 e ss. m. e i. ed attivazione di una linea lavaggio rifiuti.

Alla presente relazione sono allegati:

- REPORT DPSH;
- REPORT MASW.

2. GENERALITA'

2.1. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto dell'indagine è ubicata in località S. Martino in Campo, F. 329, p. 48 53 54 330 331, NCT Comune di Perugia.

2.2. DATA DI ESECUZIONE DELL'INDAGINE

L'indagine in oggetto è stata condotta nel mese di Ottobre dell'anno 2013.

2.3. AMPIEZZA DELL'INDAGINE

Lo studio si è sviluppato attraverso rilevamenti di campagna generali e di dettaglio, che hanno permesso la definizione delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche, geomorfologiche, idrogeologiche dell'area, compresa la stabilità della porzione di versante su cui insiste l'opera; in particolare sono stati eseguiti n. 1 indagine geofisica di tipo MASW e si sono utilizzati i risultati di 2 prove penetrometriche DPSH effettuate per il committente.

3. RISULTATI DELLO STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO.

3.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.

Il sito oggetto dell'indagine è posto alla quota di circa 180 m s.l.m., sull'area sub-pianeggiante a ridosso dell'alveo del Fiume Tevere.

L'area rilevata rappresenta una facies alluvionale terrazzata recente con modestissime pendenze, prossime alla suborizzontalità.

Il fosso significativo più vicino è il Tevere che scorre circa 150 m a NE.

Le distanze ed i relativi dislivelli minimizzano il rischio in termini di esondabilità (l'area di progetto è al di fuori delle aree cartografate dal PAI-PRG comunale a rischio esondazione).



Corografia scala 1:25.000

3.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.

Per la definizione delle caratteristiche geolitologiche locali si è fatto riferimento ai dati ottenuti

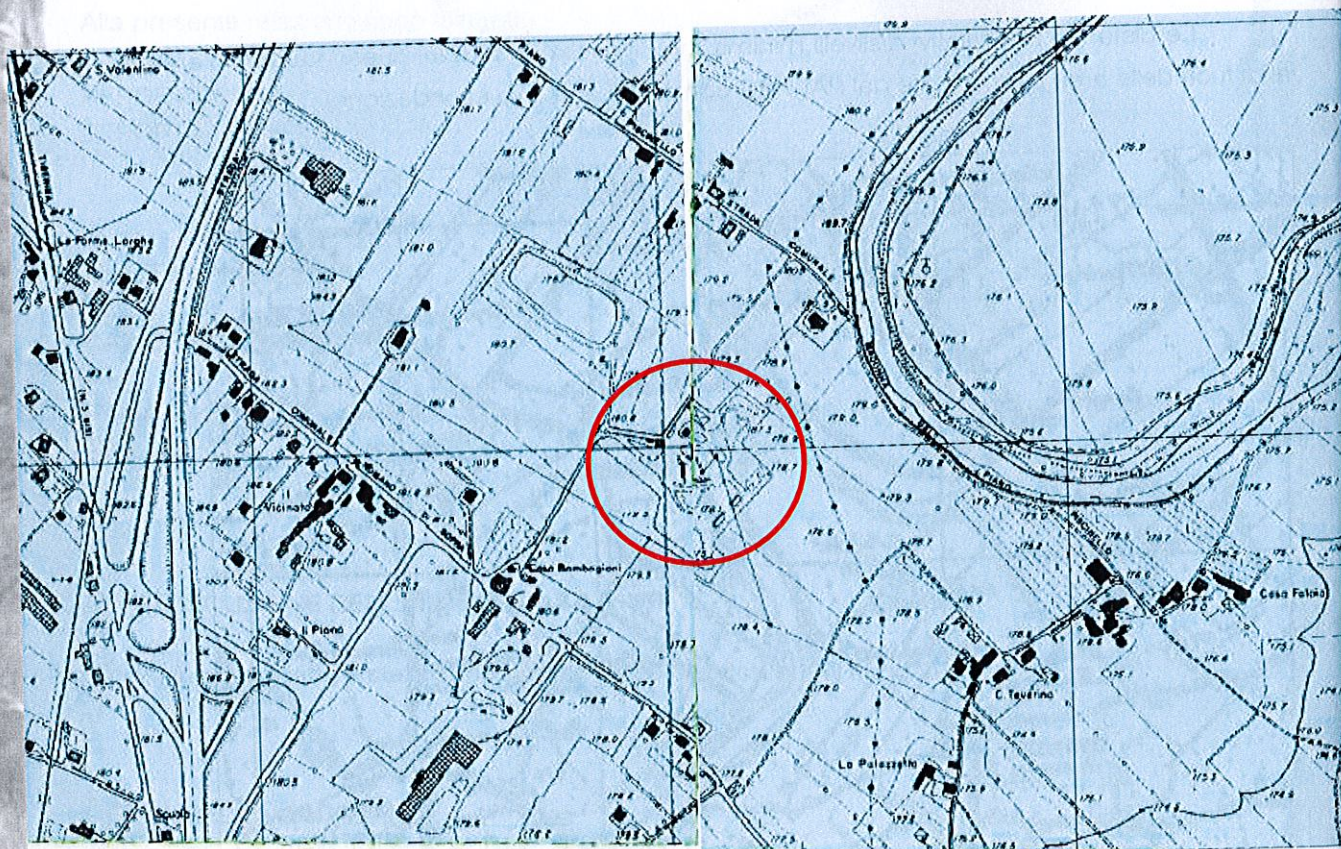
durante i sopralluoghi effettuati ed all'effettuazione di n. 2 sondaggi penetrometrici dinamici (per precedenti progetti in area adiacente) ed ad una indagine sismica MASW.

L'intera area è costituita da terreni alluvionali terrazzati del Tevere, localmente di granulometria sabbio-ghiaiosa.

A partire da circa -11 ÷ -16 m circa da p.c. (si veda report delle DPSH e MASW) si osservano terreni addensati interpretabili come ghiaie grossolane.

I terreni presentano buona correlabilità laterale.

La zona non è interessata da fenomeni disgiuntivi né a piccola, né a grande scala.



b - Depositi alluvionali

Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali.
Pleistocene - Olocene

Estratto carta Geologica Regione Umbria scala 1:10.000

3.2.1. VERIFICA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN FASE SISMICA.

Vista la presenza di prevalenti sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose, nonostante la posizione dalle falda a circa -3.6 m da p.c. (Maggio 2013), non sono prevedibili fenomeni di liquefazione del terreno in fase sismica (si veda di seguito la verifica con il metodo del CNR).

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

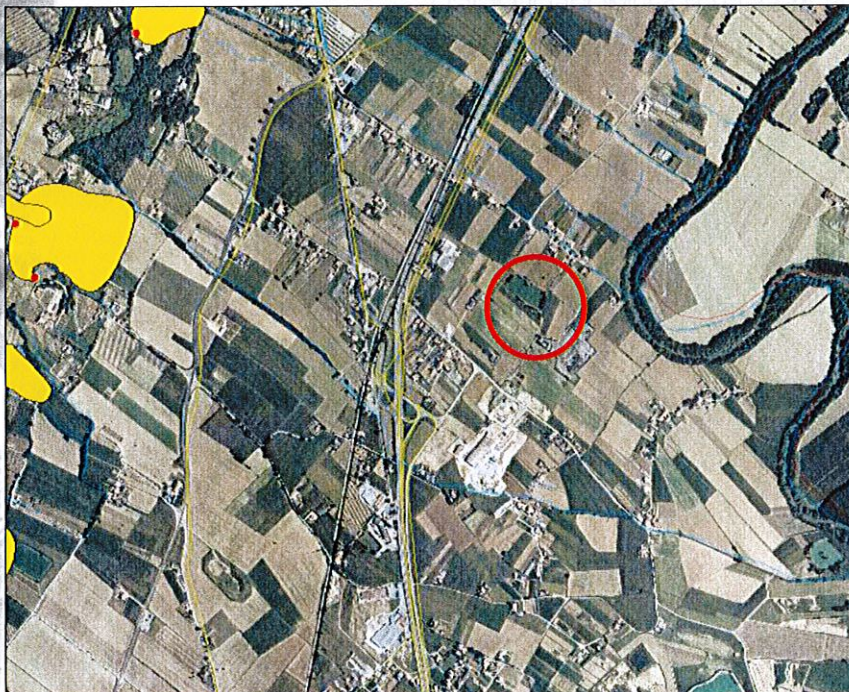
Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm ²)	S'vo (Kg/cm ²)	T	R	Fs	Condizione:
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
3	11.20	44.00	30.693	2.497	1.737	0.209	2.395	11.45	Livello non liquefacibile
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	

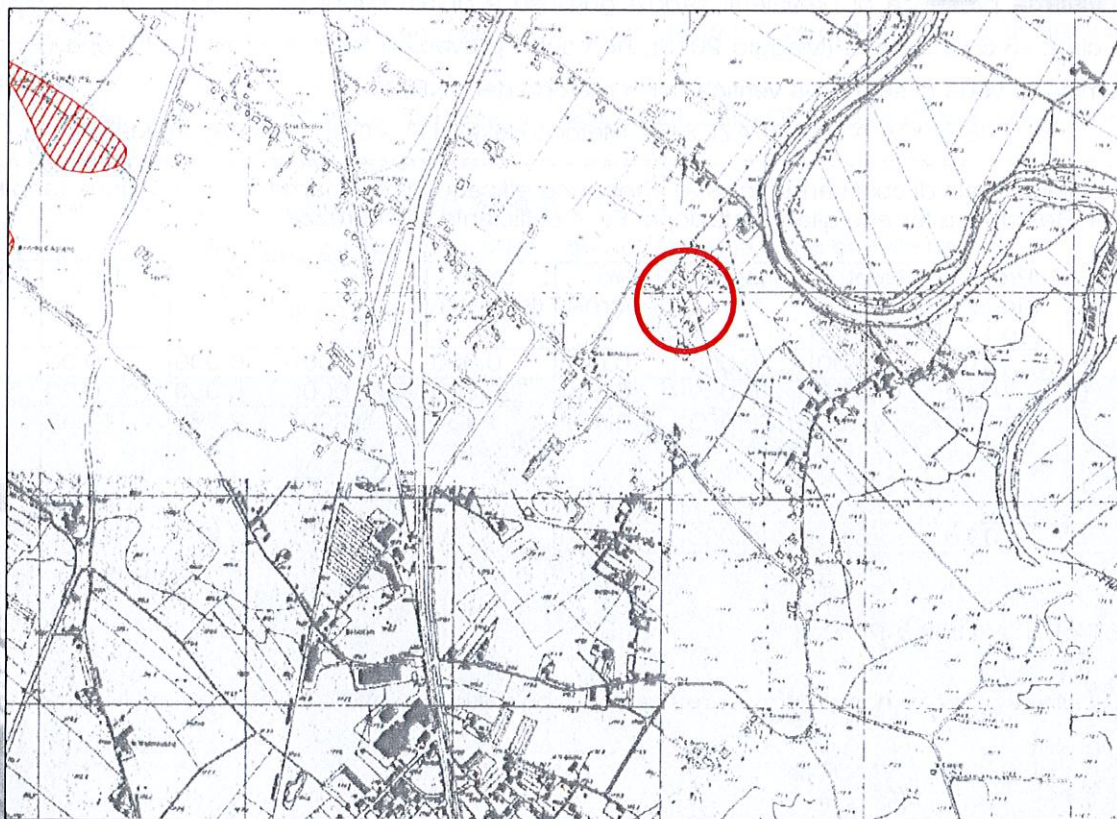
3.3. STABILITA' DELL'AREA.

Il sito di progetto non rientra in area censita con dissesti in atto o quiescenti/inattivi (esame cartografia PAI-IFFI).

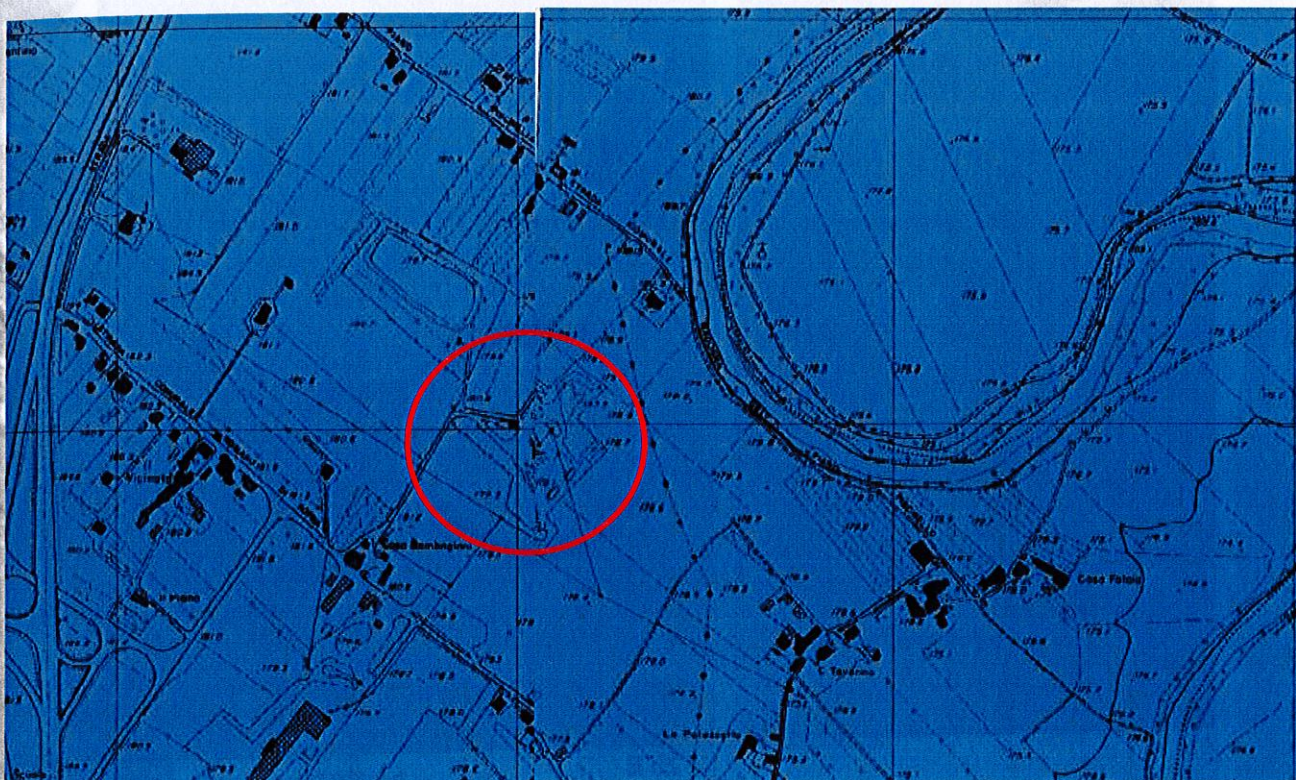
Considerate le pendenze irrilevanti, il sito può ritenersi stabile.



Stralcio cartografia IFFI.

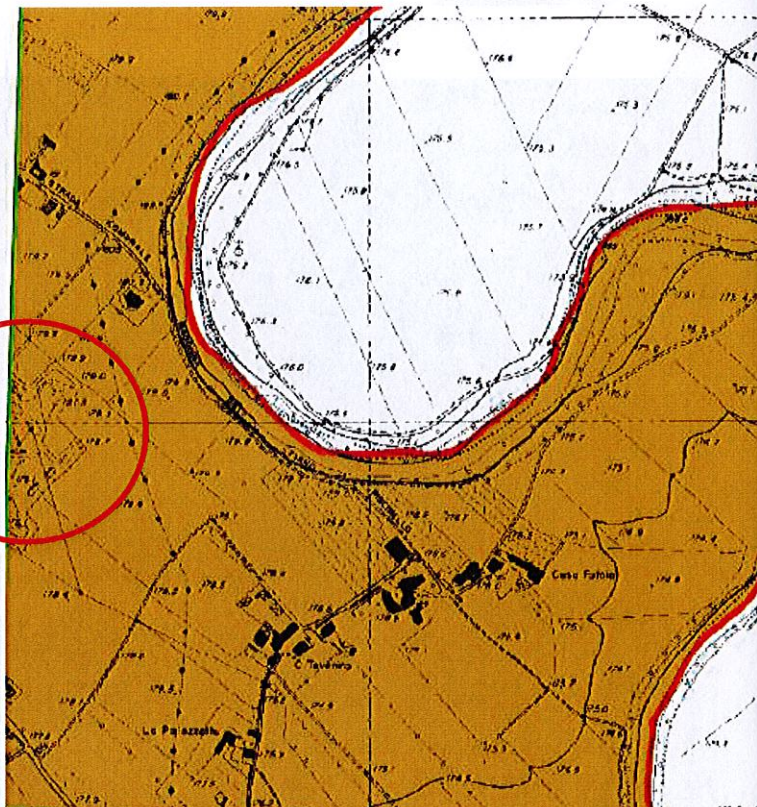


Stralcio cartografia PAI ASSETTO GEOMORFOLOGICO.




7 - Zona di fondovalle con depositi alluvionali

Stralcio Carta della pericolosità Geologica Regione Umbria scala 1:10.000



12°25'E

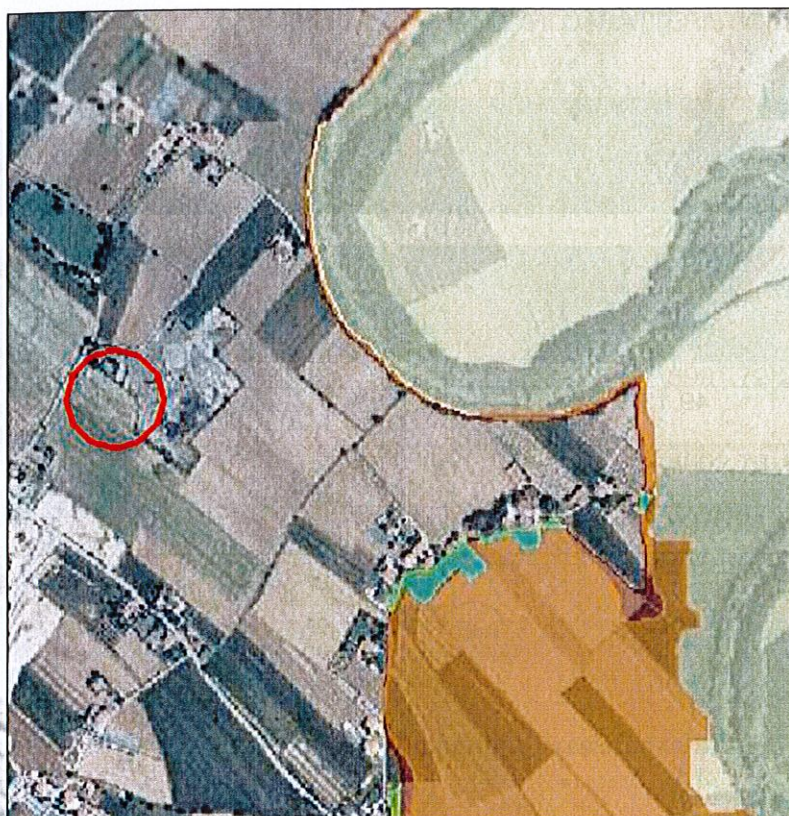
 Depositi antropici, depositi di frana, coltre eluvio-colluviale, depositi alluvionali

Stralcio Carta delle Zone Sismiche a comportamento omogeneo Regione Umbria scala 1:10.000

3.4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.

3.4.1. CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

I fossi che scorrono nei pressi dell'area in indagine non presentano particolari rischi di esondazione sia per le modeste dimensioni e portate che per gli alvei ben incisi e/o arginati; il Tevere scorre circa 150 m a NE del sito di progetto che è cartografato appena al di fuori delle aree esondabili (PRG-PAI).



Stralcio cartografia PAI rischio idraulico.

3.4.2. CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.

La formazione in posto può essere classificata a buona permeabilità (PERMEABILITA' PRIMARIA) per la presenza di livelli limo-sabbiosi che favoriscono l'infiltrazione.

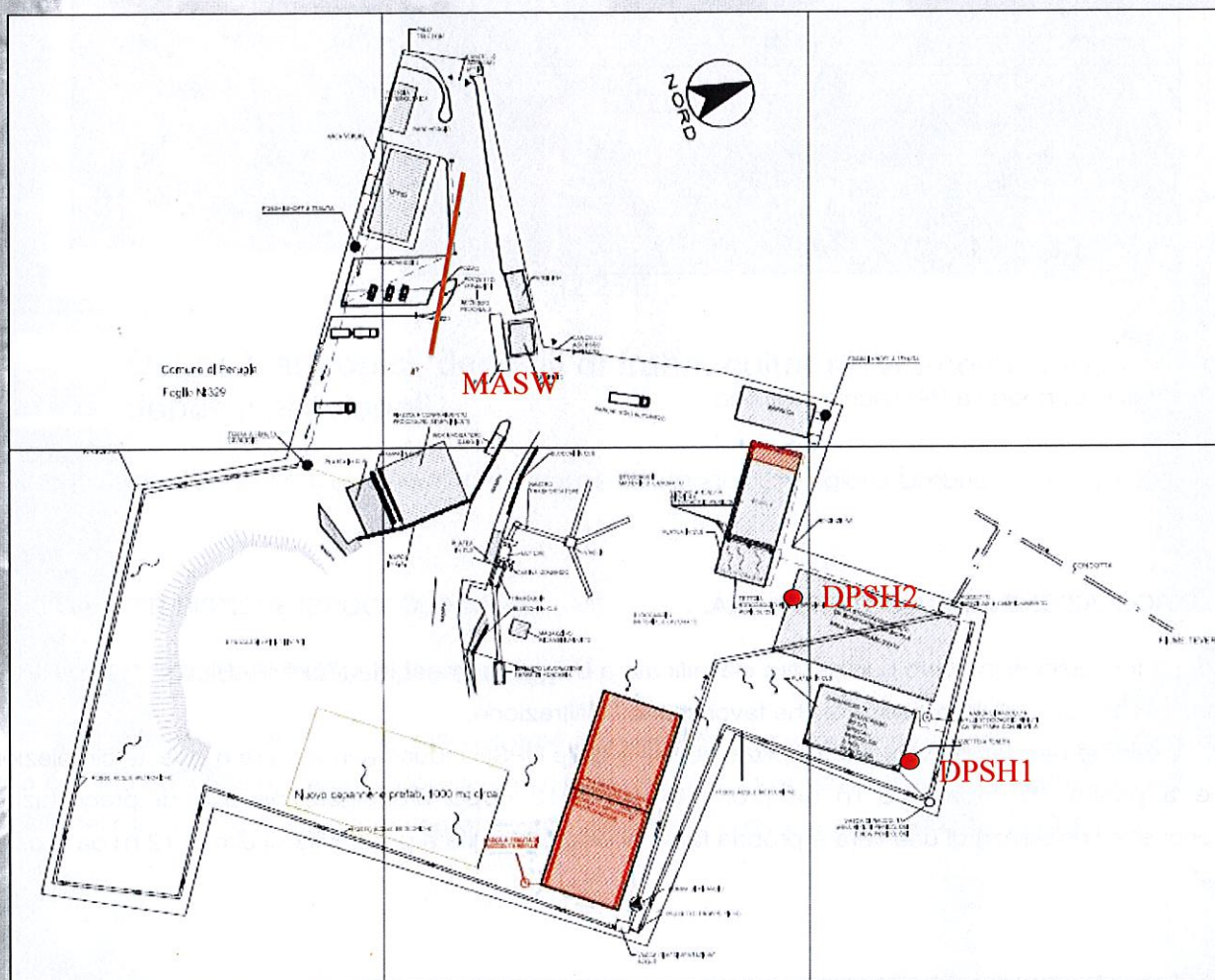
L'esame dei dati provenienti dai pozzi censiti e dalle DPSH induce a ipotizzare modeste circolazioni idriche a partire da circa -3.6 m da p.c. (Maggio 2013 dopo prolungato periodo di precipitazioni meteoriche) e l'esistenza di una vera e propria falda di discreta entità a profondità di circa -12 m da p.c..

3.5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE.

3.5.1. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI (PARAMETRI DA CAMPAGNA GEOGNOSTICA).

Sulla base delle DPSH e della MASW, risulta la seguente schematizzazione stratigrafica:

	Profondità da p.c. (m)	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Coesione non drenata [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1-Massicciata grossolana	0.2	36.38	--	--	21.08	24.52
2-Limi sabbiosi	2.2	29.29	--	--	15.72	18.57
3-Sabbie ghiaiose	11	40.46	--	--	20.93	24.31
4-Ghiaie grossolane	11.2	49.13	--	--	24.22	24.52



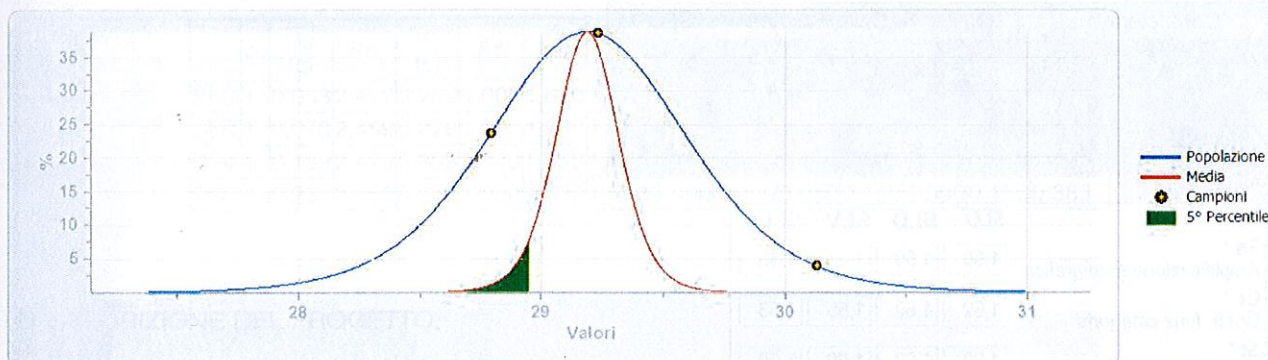
Planimetria ubicazione indagini scala 1:2.000.

3.5.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA - PARAMETRI CARATTERISTICI.

La determinazione dei parametri caratteristici è stata eseguita ricorrendo al 5° percentile della distribuzione media con il software CV SOIL della Geostru srl (di seguito si riporta anche il grafico dell'elaborazione statistica del phi del livello 2):

	Profondità da p.c. (m)	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]	Modulo di Poisson [-]
1- Massicciata grossolana	0.2	36.38	--	--	8991.72	22687.69	21.08	24.52	0.29
2-Limi sabbiosi	2.2	28.95	--	--	4002.79	12464.25	15.72	18.57	0.34
3-Sabbie ghiaiose	11	36.51	--	--	9076.41	22892.42	20.93	24.31	0.29
4-Ghiaie grossolane	11.2	49.13	--	--	17550.96	43521.91	24.22	24.52	0.20

phi' - Angolo di resistenza al taglio



3.6. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.

I terreni investigati ai fini stratigrafici (vedi MASW) sono riconducibili alla **CATEGORIA C**.

Il sito può essere considerato di **CATEGORIA T1**.

Il Comune di Perugia rientra in **zona sismica 2**.

3.7. AMPLIFICAZIONE E PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA.

La tipologia progettuale in questione rientra in CLASSE II.

Vn=50 anni.

Coordinate WGS84

latitudine: 43,053257

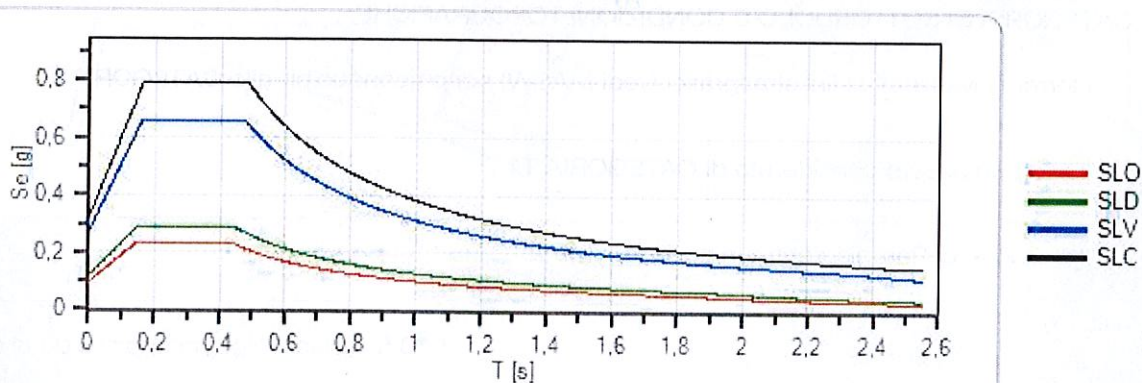
longitudine: 12,414636

Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,063	2,477	0,269
Danno (SLD)	50	0,078	2,459	0,278
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,189	2,425	0,309
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,237	2,455	0,319
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,024	0,065	0,090
kv	0,009	0,012	0,032	0,045
Amax [m/s ²]	0,920	1,152	2,648	3,142
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

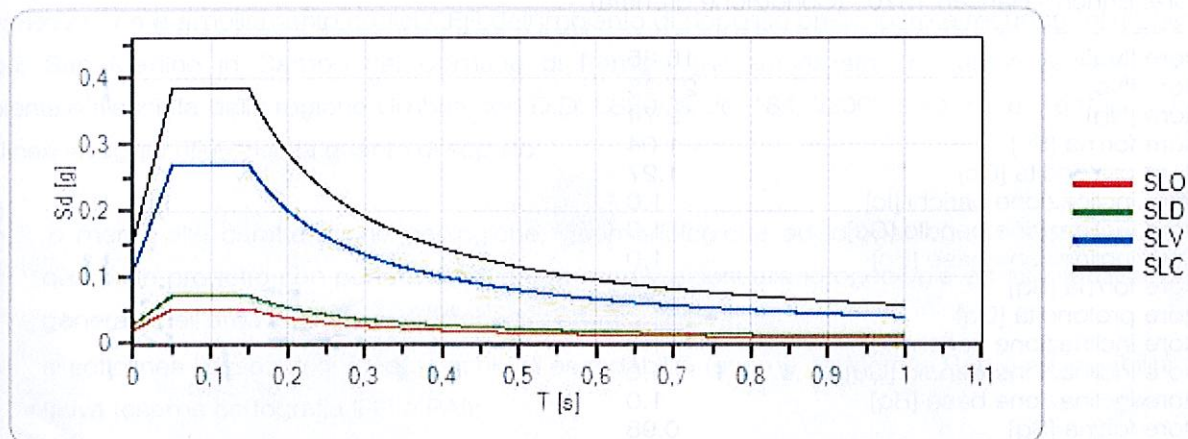
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,35
Cc *				
Coeff. funz categoria	1,62	1,60	1,55	1,53
St *				
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1	0,063	2,477	0,269	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,145	0,436	1,850	0,094	0,232
SLD	1	0,078	2,459	0,278	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,148	0,445	1,913	0,117	0,289
SLV	1	0,189	2,425	0,309	1,430	1,550	1,000	1,430	1,000	0,159	0,478	2,355	0,270	0,655
SLC	1	0,237	2,455	0,319	1,350	1,530	1,000	1,350	1,000	0,162	0,487	2,549	0,320	0,787

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1	0,063	2,477	0,269	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,052
SLD	1	0,078	2,459	0,278	1,000	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,073
SLV	1	0,189	2,425	0,309	1,000	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,111	0,269
SLC	1	0,237	2,455	0,319	1,000	1,530	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,156	0,383

3.8. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.

Il progetto prevede in sintesi la realizzazione di una capannone prefabbricato e di un'area impermeabilizzata per stoccaggio rifiuti.

Si potrà ricorrere a fondazioni dirette poggiate al di sotto del livello 1, ad oltre -0.2 m da p.c..

Se si considera una trave larga 0.6 m a profondità di -0.4 m da p.c., secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) di cui alle NTC 2008 si ottiene il seguente valore del carico limite (metodo di Brinch - Hansen):

Nome combinazione
A1+M1+R3

Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Tangente angolo di	Coesione efficace	Coesione non dre-	Peso Unità volume in	Peso unità volume	Coef. Rid. Capacità	Coef. Rid. Capacità portante orizzon-
----	--------------------	-------------------	-------------------	----------------------	-------------------	---------------------	---------------------------------------

	resistenza al taglio		nata	fondazione	copertura	portante verticale	tale
1	1	1	1	1	1	2,3	1,1

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)
Costante di Winkler 0.66 Kg/cm³

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	12.74
Fattore forma [Sc]	1.04
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.98
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.08 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.9 Kg/cm ²

3.9. CALCOLO DEI CEDIMENTI.

Per una trave 0.6 x 0.4 m per carichi di 0.5 kg/cm², si ottengono cedimenti dell'ordine di 9 mm (metodo di Burland).

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	0.5 Kg/cm ²
Cedimento totale	0.89 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscose); Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
--------	----------	-----------------------------------	-----------------------------	--------	------------	------------	------------

2	1.3	0.215	0.157	Edometrico	0.71	--	0.71
3	6.7	1.093	0.019	Edometrico	0.18	--	0.18
4	11.3	1.752	0.007	Edometrico	0	--	0

4. CONCLUSIONI.

In base ai risultati della presente indagine geologica relativa al progetto di ottimizzazione, riorganizzazione e ampliamento codici CER dell'impianto di deposito preliminare e recupero rifiuti inerti sito in loc. San Martino in Campo nel Comune di Perugia già autorizzato con autorizzazione integrata ambientale rilasciata dalla regione Umbria con D.D. 5880/09 del 18/06/2009 e ss. m. e i. ed attivazione di una linea lavaggio rifiuti, risulta quanto di seguito:

- in merito alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche, la realizzazione di quanto in progetto non porterà significative modificazioni alla idrogeologia ed alla stabilità locale e generale dell'area in esame, da ritenersi pertanto idonea;
- si sottolinea l'assenza di aree a rischio di esondabilità (esame cartografia PAI) o ad instabilità gravitativa (esame cartografia IFFI e PAI);
- il sottosuolo interessato dalla distribuzione delle pressioni fondali è costituito da terreni sabbio-ghiaiaiosi (Categoria C) con una circolazione idrica non interferente con le opere fondali;
- il sito rientra in zona 7 (zona di fondovalle con depositi alluvionali) nella carta di Pericolosità Geologica della Regione Umbria;
- il sito rientra in zona di depositi alluvionale nella carta delle Zone a comportamento sismico omogeneo della Regione Umbria;
- le opere fondali potranno essere di tipo diretto poggiate al di sotto del livello 1.

Ellera, Settembre 2014.

IL GEOLOGO

Dott. Luca Castellani



DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	0.6 m
Profondità piano di posa	0.4 m
Profondità falda	3.6

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.269
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0645
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.2178

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

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.62	2.48	0.27
S.L.D.	50.0	0.76	2.46	0.28
S.L.V.	475.0	1.85	2.43	0.31
S.L.C.	975.0	2.32	2.46	0.32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.93	0.2	0.019	0.0095
S.L.D.	1.14	0.2	0.0233	0.0116
S.L.V.	2.6361	0.24	0.0645	0.0323
S.L.C.	3.1338	0.28	0.0895	0.0447

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m ³]	Gams [Kg/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm ²]	c Corr. [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]
0.2	2108.43	2451.66	36.38	36.38	0.0	0.0	0.0	226.88	89.92

2.0	1572.09	1857.04	28.9493	28.9493 4	0.0	0.0	0.0	124.64	40.03
9.0	2092.61	2430.94	36.5059	36.5059 1	0.0	0.0	0.0	228.92	90.76
0.2	2422.24	2451.66	49.13	49.13	0.0	0.0	0.0	435.22	175.51

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazio ne	Tipo
1	A1+M1+R3	Progetto
2	Sisma	Progetto
3	S.L.E.	Servizio
4	S.L.D.	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult]	1.66 Kg/cm ²
Resistenza di progetto [Rd]	0.72 Kg/cm ²

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	0.66 Kg/cm ³
---------------------	-------------------------

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	12.74
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	2.08 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.91 Kg/cm ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	19.86
Fattore [Nc]	34.1
Fattore [Ng]	17.22
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.27 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.99 Kg/cm ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	13.12
Fattore forma [Sc]	1.04
Fattore profondità [Dc]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.02
Fattore profondità [Dq]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.02
Fattore profondità [Dg]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.07 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.9 Kg/cm ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	19.2
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.38 Kg/cm ²
---------------	-------------------------

id.C
tà
te
tale
1.1
1.1
1
1

Resistenza di progetto 1.03 Kg/cm²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	12.74
Fattore forma [Sc]	1.04
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.98
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 2.08 Kg/cm²
Resistenza di progetto 0.9 Kg/cm²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	12.74
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.41
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 1.74 Kg/cm²
Resistenza di progetto 0.76 Kg/cm²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	19.86
Fattore [Nc]	34.1
Fattore [Ng]	17.22
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.41
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.8 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.78 Kg/cm ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	13.12
Fattore forma [Sc]	1.04
Fattore profondità [Dc]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.02
Fattore profondità [Dq]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.02
Fattore profondità [Dg]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.41
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.66 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.72 Kg/cm ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	19.2
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.41
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.86 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.81 Kg/cm ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16.35
Fattore [Nc]	27.75
Fattore [Ng]	12.74
Fattore forma [Sc]	1.04
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.98
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.41
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	1.74 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	0.75 Kg/cm ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	0.5 Kg/cm ²
Cedimento totale	0.89 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

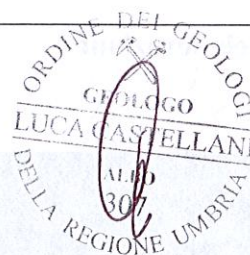
Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	1.3	0.215	0.157	Edometrico	0.71	--	0.71
3	6.7	1.093	0.019	Edometrico	0.18	--	0.18
4	11.3	1.752	0.007	Edometrico	0	--	0

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm ²)	S'vo (Kg/cm ²)	T	R	Fs	Condizion e:
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
3	11.20	44.00	30.693	2.497	1.737	0.209	2.395	11.45	Livello non liquefacibi le
0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	

LITHOS C.FISC: P.IVA:	Via: COLPICCIONE 7 06065 PASSIGNANO - PG Tel: - Fax: Email: Web:
--	---


Data: aprile 2012
Il committente
Il Tecnico

Il Progettista

Valori caratteristici del terreno

Sondaggio n. 1

Nome	Nr.1
Data della prova	21/05/2010
Tipo di prova	Dinamica continua
Profondità prova[m]	11.20
Falda	Presente
Categoria del suolo	C
Note	

Risultati elaborazione

	Profondità da p.c. (m)	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]	Modulo di Poisson [-]
1-Massiccata grossolana	0.2	36.38	--	--	70.05	8991.72	22687.69	21.08	24.52	0.29
2-Limi sabbiosi	2.2	28.95	--	--	27.94	4002.79	12464.25	15.72	18.57	0.34
3-Sabbie ghiaiose	11	36.51	--	--	56.35	9076.41	22892.42	20.93	24.31	0.29
4-Ghiaie grossolane	11.2	49.13	--	--	78.10	17550.96	43521.91	24.22	24.52	0.20

LITHOS
C.FISC:
CSTLCU70H22G359X
P.IVA: 02420660546

Via: Gramsci 6
06073 Corciano - PG
Tel: 0757930018 - 3496664085
Fax: 0757930017
Email: lithos.studio@libero.it Web:

MASW in onde di Rayleigh



Data: aprile 2012

Il committente ECOCAVE SRL

IL Tecnico



Il Progettista

Indagine geofisica tramite tecnica MASW

Nr. Lic. 092D64075DB44F99B16778C5543A1A0B

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a

contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali

Committente	ECOCAVE SRL
Cantiere	Realizzazione piazzale stoccaggio
Località	S. Martino in Campo
Data della prova	14/04/2012 03:13

STRUMENTAZIONE USATA

- Sismografo Doremi - Sara
- Numero dei canali 24
- Geofoni verticali da 4.5 hz

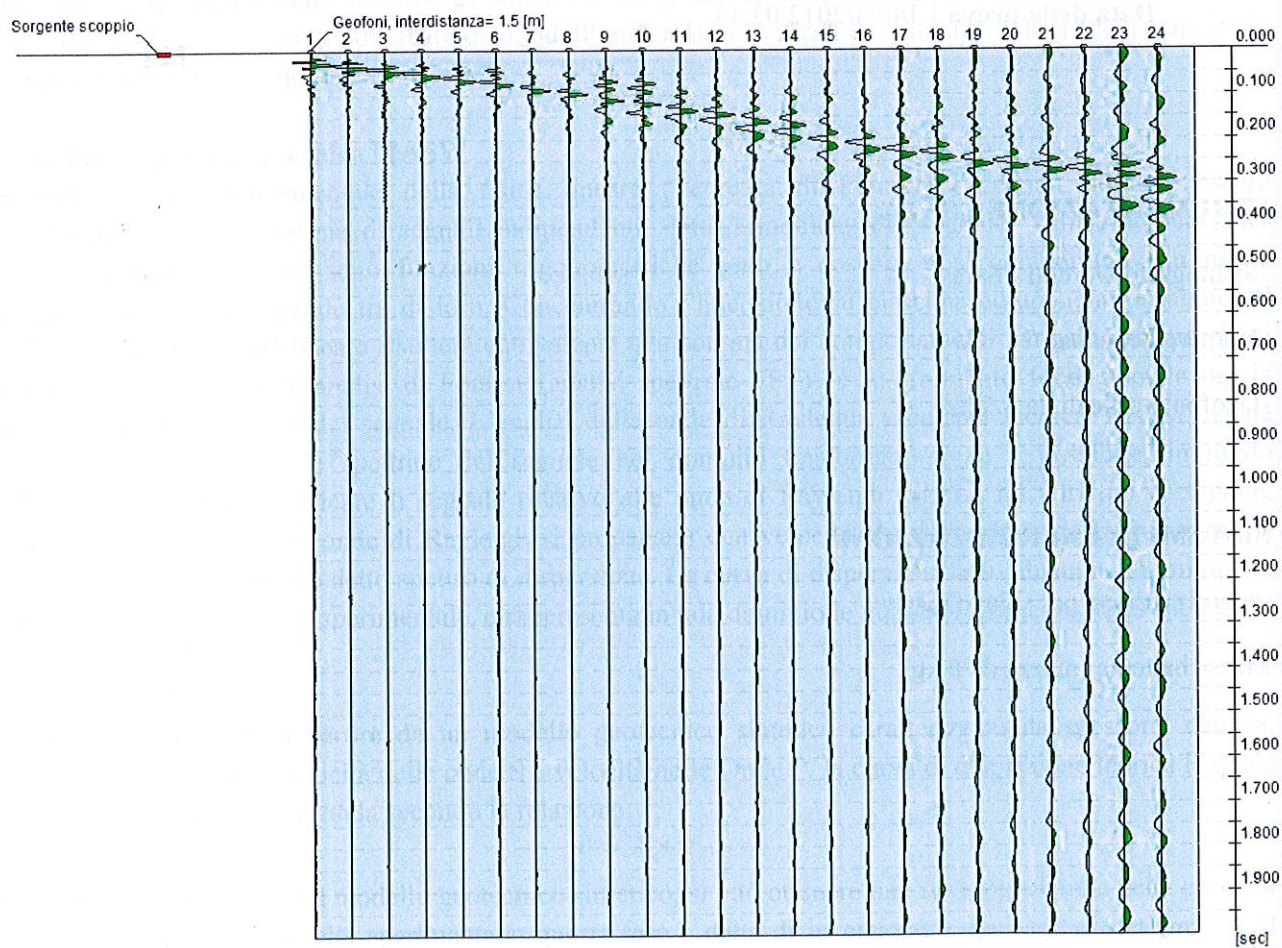
SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

- energizzazione per rilievo masw:

Massa battente (mazza da 8 kg)

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di
elaborazione [Hz]

1

Frequenza massima di
elaborazione [Hz]

60

Velocità minima di
elaborazione [m/sec]

1

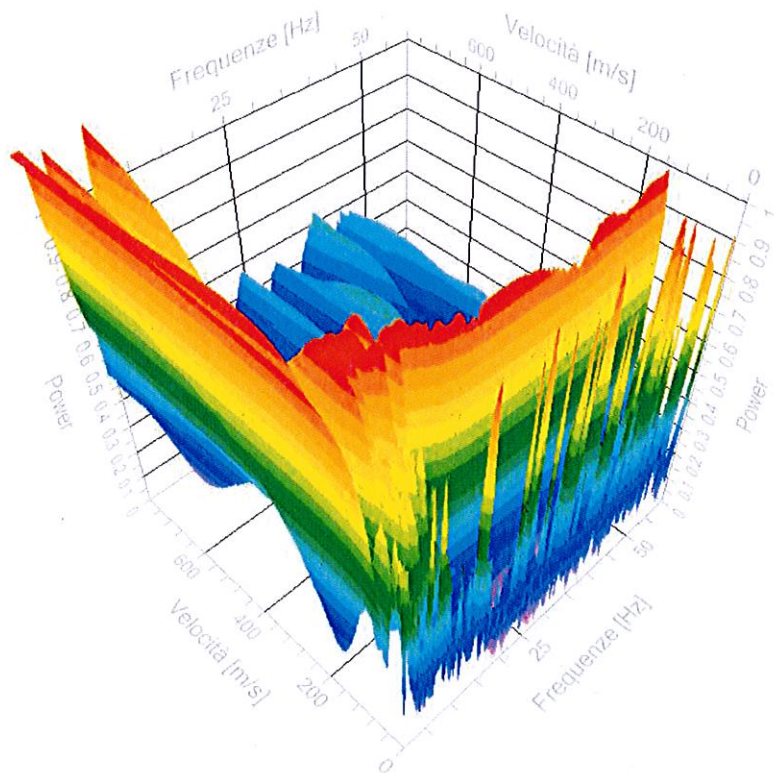
Velocità massima di
elaborazione [m/sec]

1000

Intervallo velocità
[m/sec]

1

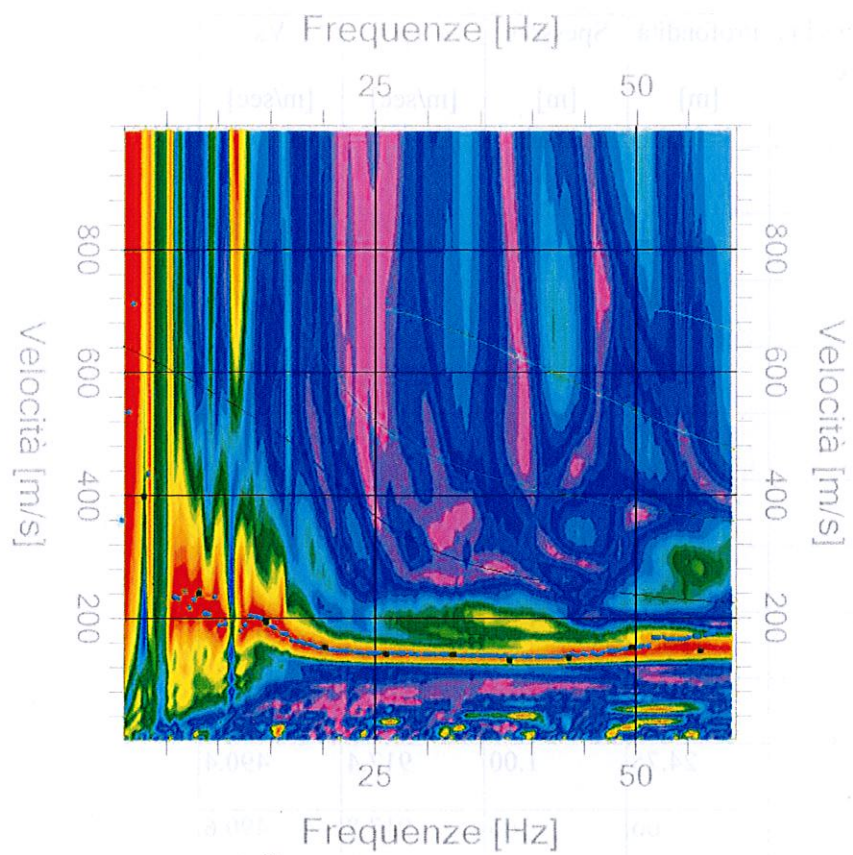
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2.9	396.6	0
2	8.3	238.6	0
3	14.6	193.9	0
4	20.3	151.3	0
5	26.2	139.7	0
6	32.6	139.1	0
7	37.9	131.0	0
8	43.6	134.8	0
9	49.7	151.3	0
10	56.3	145.2	0

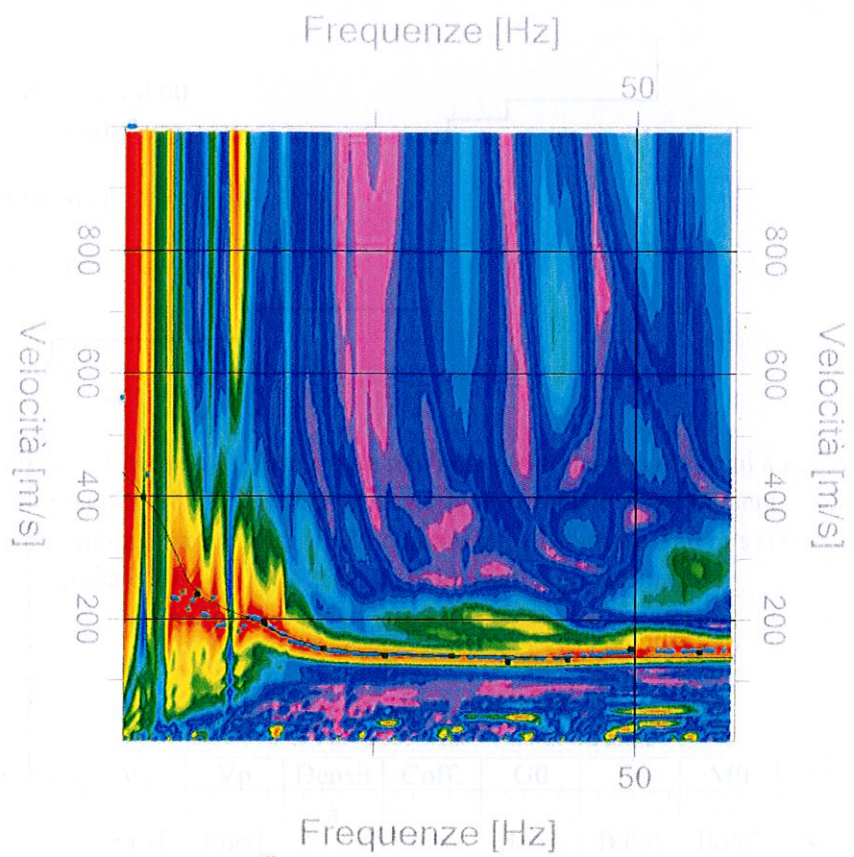
Spettro Velocità di fase - Frequenze



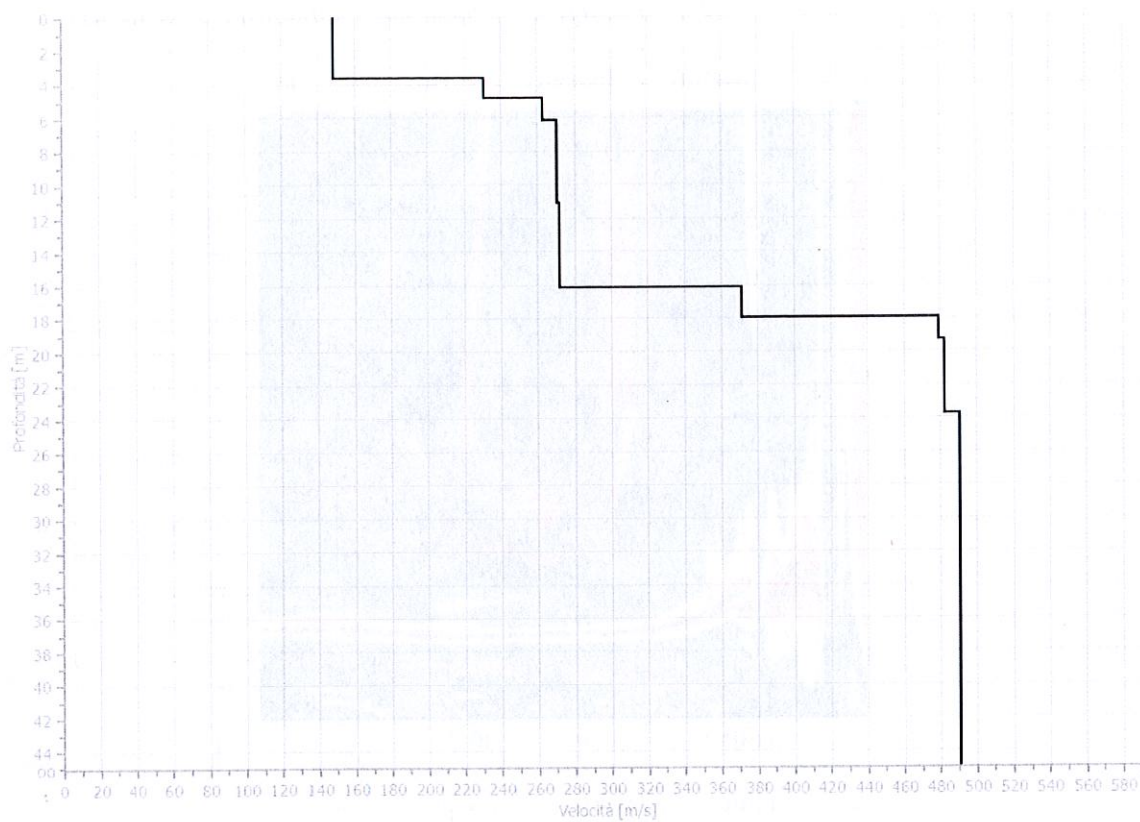
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.96	1.96	278.0	148.6
2		3.65	1.68	277.6	148.4
3		4.82	1.17	431.4	230.6
4		6.18	1.36	491.7	262.8
5		11.14	4.96	506.2	270.6
6		16.14	5.00	507.7	271.4
7		17.99	1.85	694.9	371.5
8		19.30	1.31	896.7	479.3
9		23.75	4.45	902.0	482.1
10		24.75	1.00	917.4	490.4
11		oo	oo	917.8	490.6

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	296.25
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [kPa]	Ed [kPa]	M0 [kPa]	Ey [kPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.96	1.96	148.59	277.98	1800.00	0.30	39740.09	139090.31	86103.53	103324.23	90	170.84
2	3.65	1.68	148.41	277.64	1800.00	0.30	39643.78	138753.23	85894.86	103073.84	28	169.80
3	4.82	1.17	230.59	431.39	1800.00	0.30	95708.40	334979.39	207368.20	248841.83	N/A	1554.83
4	6.18	1.36	262.81	491.68	1800.00	0.30	124327.40	435145.94	269376.07	323251.25	N/A	3000.21
5	11.14	4.96	270.57	506.20	1800.00	0.30	131777.90	461222.65	285518.78	342622.54	N/A	3472.63
6	16.14	5.00	271.36	507.66	1800.00	0.30	132540.85	463893.01	287171.87	344606.22	N/A	3523.37
7	17.99	1.85	371.46	694.95	1800.00	0.30	248374.46	869310.62	538144.67	645773.60	N/A	N/A
8	19.30	1.31	479.31	896.72	1800.00	0.30	413536	144737	895995	107519	N/A	N/A

					0		.43	7.69	.78	4.75		
9	23.75	4.45	482.12	901.96	1800.0 0	0.30	418390 .28	146436 5.91	906512 .21	108781 4.71	N/A	N/A
10	24.75	1.00	490.37	917.39	1800.0 0	0.30	432825 .75	151489 0.21	937789 .20	112534 6.97	N/A	N/A
11	oo	oo	490.59	917.81	1800.0 0	0.30	433225 .96	151629 0.87	938656 .26	112638 7.50	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Indice

Dati generali	4
Tracce	5
Analisi spettrale	6
Curva di dispersione	7
Inversione	9
Risultati	12
Altri parametri geotecnici	12
Indice	14

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Ecocave
 Cantiere: platee e tettoia
 Località: S. Martino in Campo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,489
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °



RESPONSABILE

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI
 21/05/2010
 11,20 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	21	0,755	166,51	220,65	8,33	11,00
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,60
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,40
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,40
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,90
1,20	5	0,836	40,32	48,22	2,02	2,40
1,40	4	0,833	32,13	38,57	1,61	1,90
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,70
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,20
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,20
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,10
2,40	11	0,817	80,10	98,02	4,00	4,90
2,60	23	0,714	136,05	190,48	6,80	9,50
2,80	44	0,611	222,80	364,39	11,14	18,20
3,00	33	0,659	180,01	273,30	9,00	13,60
3,20	19	0,756	118,96	157,35	5,95	7,80
3,40	15	0,753	93,59	124,23	4,68	6,20
3,60	29	0,701	157,23	224,33	7,86	11,20
3,80	33	0,648	165,52	255,27	8,28	12,70
4,00	19	0,746	109,65	146,97	5,48	7,30
4,20	44	0,594	202,07	340,36	10,10	17,00
4,40	39	0,591	178,43	301,69	8,92	15,00
4,60	36	0,639	167,00	261,25	8,35	13,00
4,80	53	0,587	225,81	384,62	11,29	19,20
5,00	34	0,635	156,68	246,74	7,83	12,30
5,20	31	0,633	142,40	224,96	7,12	11,20
5,40	24	0,681	118,61	174,17	5,93	8,70
5,60	23	0,679	106,75	157,18	5,34	7,80
5,80	22	0,677	101,83	150,35	5,09	7,50
6,00	21	0,675	96,94	143,52	4,85	7,10
6,20	18	0,724	89,03	123,01	4,45	6,40
6,40	19	0,722	93,75	129,85	4,69	6,40
6,60	34	0,620	136,21	219,57	6,81	10,90
6,80	28	0,669	120,92	180,82	6,05	9,00
7,00	26	0,667	112,02	167,90	5,60	8,40
7,20	27	0,666	116,06	174,36	5,80	8,70
7,40	29	0,664	124,38	187,28	6,22	9,30
7,60	28	0,663	113,58	171,38	5,68	8,50
7,80	26	0,661	105,24	159,14	5,26	7,90
8,00	24	0,660	96,94	146,90	4,85	7,30
8,20	28	0,659	112,87	171,38	5,64	8,50
8,40	32	0,607	118,94	195,87	5,95	9,20
8,60	34	0,606	119,85	197,79	5,99	9,80
8,80	35	0,605	123,12	203,61	6,16	10,00
9,00	37	0,603	129,89	215,24	6,49	10,70
9,20	39	0,552	125,30	226,87	6,26	11,30
9,40	34	0,601	118,89	197,79	5,94	9,80
9,60	32	0,600	106,41	177,36	5,32	8,80
9,80	29	0,649	104,28	160,73	5,21	8,00
10,00	38	0,598	125,88	210,61	6,29	10,30
10,20	37	0,597	122,34	205,07	6,12	10,20
10,40	41	0,546	123,96	227,24	6,20	11,30
10,60	32	0,594	100,67	169,35	5,03	8,40
10,80	34	0,593	106,77	179,94	5,34	9,00
11,00	32	0,592	100,32	169,35	5,02	8,40

11,20	89	0,541	254,96	471,02	12,75	23,55
-------	----	-------	--------	--------	-------	-------

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Gibbs & Holtz 1957	70,05
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Gibbs & Holtz 1957	30,13
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Gibbs & Holtz 1957	52,66
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Gibbs & Holtz 1957	69,91

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Japanese National Railway	36,38
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Japanese National Railway	29,19
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Japanese National Railway	40,46
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Japanese National Railway	49,13

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Bowles (1982) Sabbia Media	231,35
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Bowles (1982) Sabbia Media	299,40
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Bowles (1982) Sabbia Media	443,80

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91,69
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42,46
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	119,65
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	178,97

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Meyerhof ed altri	2,15
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Meyerhof ed altri	1,63
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Meyerhof ed altri	2,22
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Meyerhof ed altri	2,47

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	31,27	0,20	31,27	(A.G.I.)	0,29
Strato 2	7,3	2,20	7,3	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	44,88	11,00	44,88	(A.G.I.)	0,26
Strato 4	132,52	11,20	73,76	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Ohsaki (Sabbie pulite)	1653,23
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Ohsaki (Sabbie pulite)	421,15
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Ohsaki (Sabbie pulite)	2321,90
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	3703,95

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Ohta & Goto (1978) Limi	79,575
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Ohta & Goto (1978) Limi	99,944
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Ohta & Goto (1978) Limi	190,151
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Ohta & Goto (1978) Limi	229,088

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Navfac 1971-1982	5,78
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Navfac 1971-1982	1,51
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Navfac 1971-1982	7,50
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Navfac 1971-1982	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Robertson 1983	62,54
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Robertson 1983	14,60
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Robertson 1983	89,76
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Robertson 1983	147,52

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 1	31,27	0,20	31,27	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 2	7,3	2,20	7,3	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 3	44,88	11,00	44,88	Seed e Idriss (1971)	>10
Strato 4	132,52	11,20	73,76	Seed e Idriss (1971)	>10

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

21/05/2010

Profondità prova

12,20 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	49	0,655	337,04	514,86	16,85	25,74
0,40	7	0,851	62,58	73,55	3,13	3,68
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	8	0,843	65,06	77,15	3,25	3,86
1,00	8	0,840	64,78	77,15	3,24	3,86
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	8	0,830	59,14	71,29	2,96	3,56
1,80	6	0,826	44,18	53,47	2,21	2,67
2,00	7	0,823	51,35	62,38	2,57	3,12
2,20	8	0,820	58,46	71,29	2,92	3,56
2,40	7	0,817	50,97	62,38	2,55	3,12
2,60	11	0,814	74,18	91,10	3,71	4,55
2,80	13	0,761	81,98	107,66	4,10	5,38
3,00	14	0,759	87,96	115,94	4,40	5,80
3,20	18	0,756	112,70	149,07	5,63	7,45
3,40	21	0,703	122,33	173,92	6,12	8,70
3,60	17	0,751	98,74	131,50	4,94	6,58
3,80	18	0,748	104,21	139,24	5,21	6,96
4,00	22	0,696	118,45	170,18	5,92	8,51
4,20	18	0,744	103,55	139,24	5,18	6,96
4,40	12	0,791	73,47	92,83	3,67	4,64
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	11	0,787	62,83	79,83	3,14	3,99
5,00	16	0,735	85,34	116,11	4,27	5,81
5,20	14	0,733	74,47	101,60	3,72	5,08
5,40	14	0,731	74,27	101,60	3,71	5,08
5,60	12	0,779	63,90	82,01	3,19	4,10
5,80	14	0,727	69,58	95,68	3,48	4,78

6,00	15	0,725	74,37	102,51	3,72	5,13
6,20	13	0,724	64,30	88,84	3,21	4,44
6,40	14	0,722	69,08	95,68	3,45	4,78
6,60	15	0,720	69,78	96,87	3,49	4,84
6,80	16	0,719	74,26	103,33	3,71	5,17
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	13	0,716	60,08	83,95	3,00	4,20
7,40	15	0,714	69,18	96,87	3,46	4,84
7,60	21	0,663	85,18	128,54	4,26	6,43
7,80	23	0,661	93,10	140,78	4,65	7,04
8,00	26	0,660	105,02	159,14	5,25	7,96
8,20	29	0,659	116,90	177,50	5,84	8,88
8,40	33	0,607	122,66	201,99	6,13	10,10
8,60	26	0,656	99,22	151,25	4,96	7,56
8,80	34	0,605	119,61	197,79	5,98	9,89
9,00	42	0,553	135,23	244,33	6,76	12,22
9,20	46	0,552	147,79	267,60	7,39	13,38
9,40	39	0,551	125,03	226,87	6,25	11,34
9,60	44	0,550	134,11	243,87	6,71	12,19
9,80	29	0,649	104,28	160,73	5,21	8,04
10,00	34	0,598	112,63	188,44	5,63	9,42
10,20	32	0,597	105,81	177,36	5,29	8,87
10,40	31	0,596	102,32	171,81	5,12	8,59
10,60	29	0,644	98,91	153,48	4,95	7,67
10,80	36	0,593	113,05	190,52	5,65	9,53
11,00	32	0,592	100,32	169,35	5,02	8,47
11,20	28	0,641	95,03	148,19	4,75	7,41
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	36	0,589	107,42	182,30	5,37	9,11
11,80	31	0,588	92,34	156,98	4,62	7,85
12,00	42	0,537	114,25	212,68	5,71	10,63
12,20	78	0,536	211,79	394,98	10,59	19,75

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Gibbs & Holtz 1957	96,84
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Gibbs & Holtz 1957	37,35
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Gibbs & Holtz 1957	41,4
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Gibbs & Holtz 1957	47,26
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Gibbs & Holtz 1957	64,27

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Japanese National Railway	48,89
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Japanese National Railway	30,21
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Japanese National Railway	33,63
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Japanese National Railway	36,58
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Japanese National Railway	46,67

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Modulo di Young
--	------	--------------	-------------------	--------------	-----------------

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	72,96	0,20	72,96	(A.G.I.)	0,21
Strato 2	10,69	2,40	10,69	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	22,1	7,40	22,1	(A.G.I.)	0,31
Strato 4	48,88	12,00	31,94	(A.G.I.)	0,29
Strato 5	116,14	12,20	65,57	(A.G.I.)	0,22

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Ohsaki (Sabbie pulite)	3666,17
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Ohsaki (Sabbie pulite)	602,77
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Ohsaki (Sabbie pulite)	1193,00
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	1686,51
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	3316,01

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Ohta & Goto (1978) Limi	92,137
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Ohta & Goto (1978) Limi	108,424
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Ohta & Goto (1978) Limi	158,821
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Ohta & Goto (1978) Limi	193,116
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Ohta & Goto (1978) Limi	228,238

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Navfac 1971-1982	11,93
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Navfac 1971-1982	2,25
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Navfac 1971-1982	4,41
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Navfac 1971-1982	5,87
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Navfac 1971-1982	11,32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Robertson 1983	145,92
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Robertson 1983	21,38
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Robertson 1983	44,20
Strato 4	48,88	12,00	31,94	Robertson 1983	63,88
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Robertson 1983	131,14

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 2	10,69	2,40	10,69	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 3	22,1	7,40	22,1	Seed e Idriss (1971)	3,348

Strato 4	48,88	12,00	31,94	Seed e Idriss (1971)	2,958
Strato 5	116,14	12,20	65,57	Seed e Idriss (1971)	>10

Angolo di resistenza al taglio-ELABORAZIONE PUNTIFORME PER ELABORAZIONE STATISTICA

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	72,96	0,20	72,96	Japanese National Railway	48,89
Strato 2	10,42	0,40	10,42	Japanese National Railway	30,13
Strato 3	10,42	0,60	10,42	Japanese National Railway	30,13
Strato 4	11,91	0,80	11,91	Japanese National Railway	30,57
Strato 5	11,91	1,00	11,91	Japanese National Railway	30,57
Strato 6	8,93	1,20	8,93	Japanese National Railway	29,68
Strato 7	10,42	1,40	10,42	Japanese National Railway	30,13
Strato 8	11,91	1,60	11,91	Japanese National Railway	30,57
Strato 9	8,93	1,80	8,93	Japanese National Railway	29,68
Strato 10	10,42	2,00	10,42	Japanese National Railway	30,13
Strato 11	11,91	2,20	11,91	Japanese National Railway	30,57
Strato 12	10,42	2,40	10,42	Japanese National Railway	30,13
Strato 13	16,38	2,60	16,38	Japanese National Railway	31,91
Strato 14	19,36	2,80	19,36	Japanese National Railway	32,81
Strato 15	20,85	3,00	20,85	Japanese National Railway	33,26
Strato 16	26,8	3,20	26,8	Japanese National Railway	35,04
Strato 17	31,27	3,40	31,27	Japanese National Railway	36,38
Strato 18	25,31	3,60	25,31	Japanese National Railway	34,59
Strato 19	26,8	3,80	26,8	Japanese National Railway	35,04
Strato 20	32,76	4,00	32,76	Japanese National Railway	36,83
Strato 21	26,8	4,20	20,9	Japanese National Railway	33,27
Strato 22	17,87	4,40	16,435	Japanese National Railway	31,93
Strato 23	19,36	4,60	17,18	Japanese National Railway	32,15
Strato 24	16,38	4,80	15,69	Japanese National Railway	31,71
Strato 25	23,82	5,00	19,41	Japanese National Railway	32,82
Strato 26	20,85	5,20	17,925	Japanese National Railway	32,38
Strato 27	20,85	5,40	17,925	Japanese National Railway	32,38
Strato 28	17,87	5,60	16,435	Japanese National Railway	31,93

Strato 29	20,85	5,80	17,925	Japanese National Railway	32,38
Strato 30	22,33	6,00	18,665	Japanese National Railway	32,6
Strato 31	19,36	6,20	17,18	Japanese National Railway	32,15
Strato 32	20,85	6,40	17,925	Japanese National Railway	32,38
Strato 33	22,33	6,60	18,665	Japanese National Railway	32,6
Strato 34	23,82	6,80	19,41	Japanese National Railway	32,82
Strato 35	17,87	7,00	16,435	Japanese National Railway	31,93
Strato 36	19,36	7,20	17,18	Japanese National Railway	32,15
Strato 37	22,33	7,40	18,665	Japanese National Railway	32,6
Strato 38	31,27	7,60	23,135	Japanese National Railway	33,94
Strato 39	34,25	7,80	24,625	Japanese National Railway	34,39
Strato 40	38,71	8,00	26,855	Japanese National Railway	35,06
Strato 41	43,18	8,20	29,09	Japanese National Railway	35,73
Strato 42	49,14	8,40	32,07	Japanese National Railway	36,62
Strato 43	38,71	8,60	26,855	Japanese National Railway	35,06
Strato 44	50,63	8,80	32,815	Japanese National Railway	36,84
Strato 45	62,54	9,00	38,77	Japanese National Railway	38,63
Strato 46	68,49	9,20	41,745	Japanese National Railway	39,52
Strato 47	58,07	9,40	36,535	Japanese National Railway	37,96
Strato 48	65,52	9,60	40,26	Japanese National Railway	39,08
Strato 49	43,18	9,80	29,09	Japanese National Railway	35,73
Strato 50	50,63	10,00	32,815	Japanese National Railway	36,84
Strato 51	47,65	10,20	31,325	Japanese National Railway	36,4
Strato 52	46,16	10,40	30,58	Japanese National Railway	36,17
Strato 53	43,18	10,60	29,09	Japanese National Railway	35,73
Strato 54	53,6	10,80	34,3	Japanese National Railway	37,29
Strato 55	47,65	11,00	31,325	Japanese National Railway	36,4
Strato 56	41,69	11,20	28,345	Japanese National Railway	35,5
Strato 57	47,65	11,40	31,325	Japanese National Railway	36,4
Strato 58	53,6	11,60	34,3	Japanese National Railway	37,29
Strato 59	46,16	11,80	30,58	Japanese National Railway	36,17

Strato 60	62,54	12,00	38,77	Japanese National Railway	38,63
Strato 61	116,14	12,20	65,57	Japanese National Railway	46,67

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Ecocave
Cantiere: platee e tettoia
Località: S. Martino in Campo

Data: 21/05/2010

Numero di colpi penetrazione punta

Rpd (Kg/cm²)

Interpretazione Stratigrafica

Scala 1:48

