

ING. ROBERTO MARCONI STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA CIVILE

V.LE MANZONI 26 - 41012 CARPI (Modena) - tel. 059/686179 - telefax 059/652179 - C.F. MRC RRT 64L22 B819A - P.IVA 02016600369

COLLABORATORI

Ing. ELISA NASI

C.F. NSA LSE 73P58 B819Z - P.IVA 02741650366

Geom. ERMANNO MARCONI

C.F. MRC RNN 41B02 F960I - P.IVA 02010030365

PROGETTO

IL PROGETTISTA

PIANO PARTICOLAREGGIATO D'INIZIATIVA PRIVATA
 COMPARTO B15
 Zone di trasformazione insediativa (tipo B)
 S.MARINO DI CARPI (MO), VIA CHIESA S.MARINO - VIA CASELLE

COMMITTENTE

LA PROPRIETA'

Sig. MARCHETTO GIANBATTISTA

TITOLO

TAVOLA N°

RELAZIONE GEOLOGICA E ANALISI GEOTECNICA DEL TERRENO

p

DATA

PROT.

DIS.

AGG.

SCALA

05 SETTEMBRE 2013

31 LUGLIO 2014

**CRESCI
VITO**

GEOLOGO

ALBO REGIONE
UMBRIA
TIMBRO N.464

Via
SETTEMBRINI N.15
S. MARIANO
DI CORCIANO

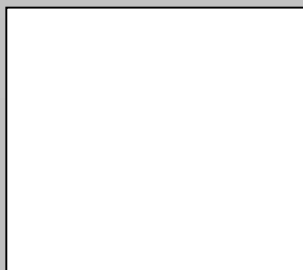
cellulare
347.6004574

e-mail
cresci@geoap.it

p. I.V.A.
02952980544

c.f.
CRSVTI79B16G062H

Timbro e firma



PAGINE N. 57

TAVOLE 1-7

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PIANO PARTICOLAREGGIATO DI
INIZIATIVA PRIVATA, COMPARTO B 15**

**RELAZIONE GEOLOGICA,
GEOTECNICA E SISMICA
RELAZIONE SULLE INDAGINI
AI SENSI DELLE NTC 2008**

COMUNE CARPI

PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA': SAN MARINO

COMMITTENTE:

MARCHETTO GIANBATTISTA

VIA CHIESA N.6 - SAN MARINO

41012 CARPI (MO)

DATA: LUGLIO 2013

RIFERIMENTO: MAR-01-13

Il progettista (P.P.V.)

INDICE

PREMESSA..... pag.3

INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO pag.4

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE ... pag.4

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE..... pag.4

CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO (MODELLO GEOLOGICO).... pag.5

INDICAZIONI GEOTECNICHE (VALORI CARATTERISTICI)..... pag.6

LIQUEFAZIONE TERRENI FONDALI E NON pag.6

TERRE E ROCCE DA SCAVO pag.8

AZIONE SISMICA pag.8

MICROZONAZIONE SISMICA pag.9

CONCLUSIONI pag.12

ALLEGATIpag. 13

ELABORAZIONE PENETROMETRIE CPT pag.14

ELABORAZIONE SISMICA pag.46

TAVOLE

- 1. CARTOGRAFIA IGM E CTR
- 2. ESTRATTO CATASTALE
- 3. CARTOGRAFIE DEI VINCOLI
- 4. CARTA GEOLITOLOGICA
- 5. PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI
- 6. SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE INTERPETATIVE
- 7. TAVOLA DI SINTESI MS 1-2

PREMESSA

Su incarico dell'ing. Marconi Roberto e del sig. Marchetto Gianbattista, lo scrivente ha redatto il presente lavoro, riferito alla realizzazione di un piano particolareggiato di iniziativa privata nel comparto B15 sito in località S. Marino di Carpi.

Lo scopo di questo elaborato è quello di caratterizzare dal punto di vista geologico s.l. e sismico i terreni, ai sensi delle normative vigenti ed in particolare delle NTC 2008.



Foto aerea zona d'intervento

L'indagine geologica si è svolta secondo le seguenti fasi operative:

- Raccolta dei dati bibliografici, tecnici e cartografici;
- Rilevamento geologico di superficie dell'area in esame;
- Esecuzione indagini penetrometriche (n. 7 CPT) e sismiche (n. 2 tomografie Vp+Vs).
- Interpretazione - elaborazione dei dati e stesura della presente relazione.

Si allegano i seguenti elaborati:

- ✓ Estratto Tavoleta IGM in scala 1:25.000
- ✓ Estratto Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000;
- ✓ Estratto Ortofoto a colori anno 2006
- ✓ Estratto planimetria catastale.
- ✓ Estratto carta litologica comunale.
- ✓ Planimetria ubicazione indagini.
- ✓ Sezione interpretativa (litostratigrafica e litotecnica).

INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di indagine è situata a NE del Nucleo principale di Carpi, in località San Marino, tra le via Della Chiesa e via Cavata. La cartografia di riferimento è la seguente:

- Foglio 183 Il S.E. - Cartografia I.G.M su scala 1:25.000
- Elemento 183160 Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000
- Dati catastali : varie particelle (vedasi elaborati tecnici)
- Coordinate geografiche Lat. 44.806156°-44.805956° N; 10.919490°- 10.920926° E.
- Coordinate UTM: 651794.65-651908.73 m E, 4963209.34-4963189.81 m N (zona 32 T)
- Quota assoluta 20 m s.l.m.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE

L'area d'intervento è collocata nella bassa pianura modenese, con quote mediamente intorno ai 20 m s.l.m. e morfologia praticamente piatta. La zona tabulare è rotta soltanto da opere di origine antropica ed in particolare dalle strade in rilevato e dalla rete di drenaggio idrico costituita da canali e fossi.

Le pendenze medie naturali locali sono quindi da molto basse a nulle, con incrementi di quota di 3-4 m in direzione di Fossoli; si ha quindi una locale inclinazione verso i quadranti orientali. Per tali motivi l'area è esente da rischi d'instabilità dinamica di qualsiasi natura (fenomeni gravitativi) mentre in caso di eventi eccezionali può essere inondata.

Dal punto di vista geolitologico i terreni affioranti nell'area sono riferibili a sedimenti di origine alluvionale quaternaria (*Olocene*), depositati proprio dal F. Secchia e relativi corsi minori. Si hanno prevalentemente argille e limi con lenti sabbiose isolate e di difficile correlazione. Trattandosi di depositi recenti, in genere hanno una consistenza da molto bassa a bassa, con miglioramento nei membri maggiormente argillosi.

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia superficiale dell'area è caratterizzata dalla presenza di canali di varia grandezza realizzati per bonificare l'area e che garantiscono un buon deflusso idrico superficiale. Tra essi, oltre all'adiacente canale irriguo di bonifica, è degno di nota il C. di Lama a circa 1 km ad Est del sito in oggetto e con deflusso in direzione N-S.

Il collettore idrico di maggiore entità dell'intera area è invece il F. Secchia, che defluisce localmente in direzione NS ed è collocato a circa 4 km a NE.

Il suo pattern è tipico dei fiumi di pianura, con andamento sinuoso.

Il deflusso idrico superficiale è, come già accennato, regolato dai corsi idrici naturali ed artificiali, con esondazioni possibili in caso di eventi eccezionali. A causa della presenza di terreni superficiali poco permeabili, si ha un orizzonte idrico superficiale entro i primi 2 m di profondità, di natura effimera e condizionato dalla piovosità stagionale. In talune aree si formano ristagni superficiali nei periodi piovosi. In corrispondenza delle senti sabbiose si avranno lenti sospese, con letto argilloso, di estensione ridotta e non correlabili tra loro. Dai dati raccolti da pozzi limitrofi si ipotizza la presenza di un orizzonte idrico molto importante intorno ai 70-80 m di profondità.

CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO (MODELLO GEOLOGICO)

La ricostruzione litostratigrafica è stata ottenuta integrando i dati bibliografici a quanto emerso dal rilievo geologico di superficie e dalla campagna di indagini penetrometriche (n. 7 CPT) effettuate sul sito, comparate con le 2 tomografie sismiche.

Le verticali penetrometriche effettuate hanno messo in evidenza un primo strato riconducibile a **terreno vegetale**, spesso circa 1 m e di solito più addensato per i primi 40-60 cm e quindi molto scadente. Si passa quindi a depositi fini, di natura prevalentemente limosa con variabile frazione sabbiosa ed argillosa. Per il presente lavoro ci si limita a fornire indicazioni generali, per gli esecutivi verranno approfondite le stratigrafie relative ad ogni singolo lotto-penetrometria.

In generale quindi si hanno nella porzione occidentale (CPT 1,2,3) **limi argilloso sabbiosi** abbastanza uniformi e scadenti ($q_c < 20$ kg/cm 2); in corrispondenza della CPT 2,3 e 4 si ha una lente di **sabbie limose** tra gli 8 e 10 m ($q_c > 30$ kg/cm 2) e nelle CPT 4-7 si **hanno limi argillosi** ($q_c = 22-25$ kg/cm 2) tra gli 11-13 m

Dallo studio della geologia locale, in accordo con gli studi di PRG e pozzi per uso agricolo, si evince che tali litotipi sono spessi ben oltre 50 m, con lenti sabbiose più frequenti oltre tale profondità e sede di falda stabile e produttiva.

In sintesi si ha:

TERENO VEGETALE	= FACIES A
LIMI ARGILLOSO SABBIOI	= FACIES B
SABBIE LIMOSE	= FACIES C
LIMI ARGILLOSI	= FACIES D

INDICAZIONI GEOTECNICHE (VALORI CARATTERISTICI)

Riassumendo quanto detto precedentemente, partendo dai valori nominali (ottenuti con le indagini geognostiche), elaborati con le opportune formule statistiche, si è giunti ai seguenti valori caratteristici:

litologia	litofacies	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	φ_k (°)	Cu_k (kN/m ²)	C'_k (kN/m ²)	γn_k (kN/m ³)	γsat_k (kN/m ³)	Edk (kN/m ²)
TERRENO VEGETALE	FACIES A	---	---	16	35	4	17.5	18.6	--
LIMI ARILLOSO SABBIOSI	FACIES B	16-19	0.6-0.9	18	74	18	18.4	19.1	4900
SABBIE LIMOSE	FACIES C	31-35	0.8-1.2	26	20	5	17.9	18.9	9650
LIMI ARGILLOSI	FACIES D	21-24	0.9-1.3	16	105	26	18.9	19.6	7150

Trattandosi di approvazione del piano particolareggiato, non è possibile determinare la capacità portante dei terreni né i cedimenti di eventuali strutture. Tali dati verranno forniti durante i progetti esecutivi, dai tecnici progettisti incaricati.

I parametri da utilizzare per il calcolo sono quelli (caratteristici) riportati nella tabella precedente e nella sezione allegata (tavola 5), per la geotecnica (da approfondire lotto per lotto), mentre l'azione sismica è riportata più avanti (suolo di categoria C, classe topografica T1).

LIQUEFAZIONE DEI TERRENI FONDALI E NON

Sintetizzando quanto previsto dalle NTC 2008 (7.11.3.4.2), non è soddisfatto probabilmente il quinto dei 5 punti previsti (date le litologie emerse dalla campagna geognostica):

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$. A titolo cautelativo è stata comunque condotta la verifica a liquefazione, ipotizzando saturi i terreni da 1 m di profondità dal piano campagna. La verifica è stata condotta con la metodologia di Robertson & Wride (1997), nelle condizioni più sfavorevoli e cioè in assenza di frazione fine ed addensamento medio. In realtà, come lo stesso sciame sismico con culmine nel maggio 2012, la liquefazione è possibile in terreni prevalentemente sabbiosi e di addensamento medio-alto, raramente nella ghiaie sabbiose. Nel nostro caso, la frazione limoso-argillosa fa ricadere i terreni al di fuori delle litologia a rischio.

Di seguito, in ordine, i risultati per le 7 CPT effettuate:

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Robertson & Wride 1997	6.78
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Robertson & Wride 1997	1.35

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Robertson & Wride 1997	7.485
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Robertson & Wride 1997	1.455
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Robertson & Wride 1997	2.831
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Robertson & Wride 1997	1.383

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Robertson & Wride 1997	6.902
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Robertson & Wride 1997	1.483
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Robertson & Wride 1997	2.746
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Robertson & Wride 1997	1.389

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Robertson & Wride 1997	5.472
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Robertson & Wride 1997	1.786
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Robertson & Wride 1997	2.751
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Robertson & Wride 1997	1.347
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Robertson & Wride 1997	1.428
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Robertson & Wride 1997	1.362

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Robertson & Wride 1997	6.611
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Robertson & Wride 1997	1.642
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Robertson & Wride 1997	2.583
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Robertson & Wride 1997	1.379

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Robertson & Wride 1997	4.366
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Robertson & Wride 1997	1.573
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Robertson & Wride 1997	1.771
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Robertson & Wride 1997	1.357

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.225

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Robertson & Wride 1997	6.731
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Robertson & Wride 1997	1.567
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Robertson & Wride 1997	1.83
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Robertson & Wride 1997	1.377

TERRE E ROCCE DA SCAVO

I lavori in oggetto prevedono l'escavazione dei terreni necessari alla realizzazione delle opere di urbanizzazione, quantificabili in pochi metri cubi e riutilizzabili in sito. Per tanto, non essendo il cantiere soggetto a VIA o AIA, essendo la quantità movimentata inferiore a 6000 mc e riutilizzando in sito il materiale escavato, si applica il D.lss 152/2006, art. 186 comma 3 e s.m. ed i. e non l D.M. 10 agosto 2012, n. 161. Questo secondo le recenti normative (D.L. 21/06/2013 "Del FARE" che all'art. 41 comma 1; L. 24 giugno 2013, n. 71 di conversione del D.L: 26 aprile 2013, n. 43 art. 8Bis comma 2) non è quindi necessaria alcuna caratterizzazione ne predisposizione del piano di riutilizzo. Ad ogni modo, in caso di variazioni verrà predisposto, in tempo utile, quanto richiesto dalla normativa (in evoluzione) vigente in quel momento.

AZIONE SISMICA (RSL E RELAZIONE SISMICA)

Per quanto riguarda la classificazione introdotta dalla O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 (EUROCODICE 8) e s.m. ed i. (D.M. 14.01.2008, N.T.C.), per la valutazione della risposta sismica è necessario che la relazione geotecnica fornisca almeno (cap.7.11.2, 3° capoverso) la categoria di suolo corrispondente, in caso di approccio semplificato. Vista la natura dell'intervento, appare ovvio fare ricorso a tale approccio, senza ricorrere alle modellazioni numeriche rigorose di RSL.

E' stata quindi effettuata una linea sismica con metodologia MASW, secondo planimetria allegata, dalla quale è emerso un di **SUOLO DI CATEGORIA "C"**, con **Vs30= 254-260 m/s**:

"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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).". In allegato l'elaborazione completa.

L'Amplificazione stratigrafica (7.11.3.2) può essere valutata quindi con la categoria di suolo individuata.

In relazione alla morfologia, ossia **l'Amplificazione Topografica** (7.11.3.3.; 3.2 tab. IV e VI) si può assumere la **Classe Topografica T1** essendo le pendenze basse e regolari.

Il **rischio di liquefazione** (7.11.3.4.2) è da considerarsi nullo, mancando le condizioni litologiche necessarie all'innescò (verifica condotta nei paragrafi precedenti).

Per quanto concerne la **Stabilità dei Pendii**, in accordo con la classe topografica e la morfologia, non vi sono rischi realizzando i micropali (scaricando il rilevato).

I valori di a_g , F_0 e T^*_c potranno essere estrapolati dalla Tab. 1 della citata normativa o potranno più semplicemente essere estrapolati da programmi come "Spettri" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, o equivalenti.

In maniera indicativa vengono riportati in allegato quelli calcolati mediante "LoadCap" della Geostru, da questi il progettista ricaverà gli spettri di risposta in base ai dati di progetto esecutivo ed agli stati limite considerati.

Per quel che riguarda le caratteristiche delle strutture si avrà:

V_n = vita nominale (2.4.1 tab 2.4 I)=50 anni

Classe d'Uso (2.4.2) = II (con $C_u=1$ = coeff. Classe d'uso, tab.2.4. II)

V_r = valore di riferimento = $C_u \times V_n = 50$ anni.

SINTESI AZIONE SISMICA

Dati Generali

Località

Indirizzo
VIA DELLA CHIESA, CARPI (MO)

Lat. Long. 44.807015 10.921942

Dati opera

Tipo opera 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso Classe II

V. Nominale 50 V. Rif. 50

Dati struttura

Fattore di struttura [q] 3

Periodo fond. struttura [T] 0.25 [s]

Stima automatica Periodo fond. T?

Parametri sismici su sito di riferimento

SL	TR [Anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [-]	T_C^* [sec]
SLO	30.00	0.41	2.53	0.25
SLD	50.00	0.52	2.51	0.27
SLV	475.00	1.51	2.59	0.27
SLC	975.00	2.02	2.53	0.28

Zona sim Zona 2

Categoria sottosuolo C

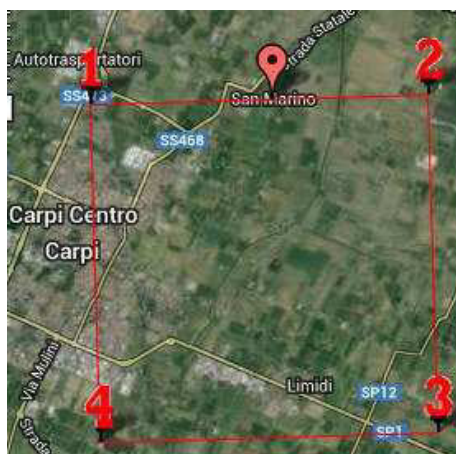
Categoria topografica T1

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera Stabilità pendii e Fondazioni

SL	a_{max} [m/s ²]	β	k_{hk} [-]	k_{vk} [-]	K_{hi} [-]
SLO	0.615	0.2	0.0125	0.0063	0.1587
SLD	0.78	0.2	0.0159	0.008	0.1997
SLV	2.2057	0.24	0.054	0.027	0.1942
SLC	2.8023	0.28	0.08	0.04	0.241

Stato limite di riferimento SLV



	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15392	44,806420	10,884320	2968,9
Sito 2	15393	44,807930	10,954720	2587,8
Sito 3	15615	44,757950	10,956840	6111,6
Sito 4	15614	44,756440	10,886560	6278,9

VERTICI MAGLIA DI RIFERIMENTO (NODI E SITI)

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,042	2,525	0,250
Danno (SLD)	63	50	0,053	2,511	0,266
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,154	2,586	0,270
Prevenzione e dal collasso (SLC)	5	975	0,206	2,527	0,277

Coefficienti sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,660	1,000	0,013	0,006	0,619	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,016	0,008	0,782	0,200
SLV	1,460	1,620	1,000	0,054	0,027	2,199	0,240
SLC	1,390	1,600	1,000	0,080	0,040	2,806	0,280

MICROZONAZIONE SISMICA

Il piano particolareggiato è di natura privata, con opere non strategiche, non è quindi soggetto a studi particolari di microzonazione sismica (III Livello). In attesa di pubblicazione degli studi di MS (microzonazione sismica) effettuati recentemente dal Comune di Carpi e non ancora resi pubblici, lo scrivente, ad ogni modo ha effettuato uno studio di microzonazione sismica speditiva di primo e secondo livello, sintetizzando quanto emerso dalla campagna d'indagini geognostiche, sismiche e dal rilevamento geomorfologico-geologico di superficie.

Recependo le linee guida nazionali della protezione civile, considerando che la carta geolitologica (tavola) e quella delle ubicazione delle indagini (tavola) sono già parte integrante del presente elaborato, viene redatta una tavola di sintesi (TAVOLA 7) che racchiude le informazioni necessarie per la MS1 (qualitative) e quantitative (MS2), con stratigrafie e onde Vs ricavate dalle indagini effettuate dallo scrivente.

Lo studio di microzonazione sismica di primo livello e secondo livello (speditivo), mostra che l'area è omogenea e può essere classificata come stabile, esente rischi di natura geologica, soggetta e piene eccezionali e con terreni fondali (saturi) mediocri. In accordo con l'allegato A4.8 del vigente PRG "Unità Geomorfologiche, l'area ricade nell'unità delle coperture alluvionali e stratigraficamente nell'unità di Carpi.

Più in dettaglio quantificando i dati della MS 1 si ottiene la microzonazione sismica di secondo livello, che evidenzia $V_{s30} < 300$ m/s, con stratigrafie omogenee e rappresentate da limi argilloso-sabbiosi con lenti argillose e/o sabbiose. Non sono presenti aree soggette ad amplificazioni sismiche, rischio di liquefazione o prescrizioni particolari. Le indagini H/V effettuate in aree limitrofe, indicano che non vi sono frequenze di sito d'interesse ingegneristico da essere valutate nelle pianificazioni urbanistiche.

Come già accennato, si rimanda al futuro studio comunale per eventuali approfondimenti.

CONCLUSIONI

Per quanto la realizzazione delle opere di progetto, il sito è idoneo sotto il punto di vista geologico s.l. (geomorfologico, idraulico e litostratigrafico) e sismico. Questo anche in considerazione che le opere di urbanizzazione comportano limitati movimenti terra e non modificheranno l'attuale geomorfologia, come riportato negli elaborati tecnici.

In sintesi:

- Non sono emersi segni di instabilità in atto o latente, in accordo con la morfologia locale. Il progetto non minerà la stabilità locale dell'area.
- La falda è stimabile intorno ai 1.2 m di profondità, con possibili fluttuazioni sino ad 0.8 m dal p.c. nei periodi particolarmente piovosi.
- Sono state determinate (secondo le NTC 2008) la categoria di suolo (C), quella topografica (T1) ed i valori caratteristici dei terreni fondali e non.
- Il dimensionamento delle opere, con relative verifiche, è rimandato al tecnico strutturista nei progetti esecutivi.
- Non vi sono problemi per quel che riguarda gli aspetti idrogeologici e l'opera di progetto non li muterà in maniera significativa; in caso di piene eccezionali il sito è soggetto ad esondazioni (fascia C PAI).
- Per quel che riguarda le terre e rocce da scavo, non è necessaria alcuna indagine-caratterizzazione chimica, data la tipologia d'intervento.

Si rimane a disposizione di chiarimenti e/o integrazioni.

Corciano, Gennaio 2013

Geol. Vito Cresci



ALLEGATI

- **ELABORAZIONE INDAGINI PENETROMETRICHE**
- **ELABORAZIONE TOMOGRAFIA SISMICA**

- **TAVOLE:**
 - 1) **CARTOGRAFIE IGM E CTR**
 - 2) **ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE**
 - 3) **CARTOGRAFIE DEI VINCOLI**
 - 4) **CARTA GEOLITOLOGICA**
 - 5) **PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI**
 - 6) **SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE-LITOTECNICHE**
 - 7) **CARTA DI SINTESI MS 1-2**

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: SIG. MARCHETTO GIANBATTISTA

Cantiere: PIANO PARTICOLAREGGIATO B15

Località: SAN MARINO, CARPI (MO)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

- Coesione non drenata (Lunne & Eide)
- Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari
- Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)
- Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)
- Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)
- Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)
- Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)
- Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)
- Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)
- Coesione non drenata (Begemann)
- Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Modulo Edometrico-Confinato

- Mitchell - Gardnerr (1975) M_o (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.
- Metodo generale del modulo edometrico.
- Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)
- Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille compatte
- Valore medio degli autori su suoli coesivi

Modulo di deformazione non drenato

- Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)
- Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore n $30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

Peso di Volume Gamma

- Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)
- Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Modulo di deformazione di taglio

- Imai & Tonouchi (1982)

OCR

- Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)
- Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate
- Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)
- Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)
- Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto
- Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

Permeabilità

- Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988) .

PROVA ...CPT_1

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 26/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	54.00	83.0	54.1	1.2	45.1	2.2
0.40	36.00	54.0	36.1	2.1	17.2	5.8
0.60	29.00	61.0	29.1	2.3	12.7	7.9
0.80	22.00	56.0	22.1	1.4	15.8	6.3
1.00	13.00	34.0	13.1	1.1	11.9	8.4
1.20	15.00	32.0	15.3	1.1	13.9	7.2
1.40	11.00	28.0	11.3	1.1	10.3	9.7
1.60	15.00	32.0	15.3	1.0	15.3	6.5
1.80	15.00	30.0	15.3	1.0	15.3	6.5
2.00	17.00	32.0	17.3	0.9	19.2	5.2
2.20	16.00	30.0	16.4	0.9	18.2	5.5
2.40	20.00	34.0	20.4	1.1	18.5	5.4
2.60	21.00	38.0	21.4	1.3	16.5	6.1
2.80	17.00	36.0	17.4	1.0	17.4	5.7
3.00	19.00	34.0	19.4	0.9	21.6	4.6
3.20	14.00	28.0	14.6	0.6	24.3	4.1
3.40	13.00	22.0	13.6	0.6	22.7	4.4
3.60	14.00	23.0	14.6	0.6	24.3	4.1
3.80	16.00	25.0	16.6	0.6	27.7	3.6
4.00	21.00	30.0	21.6	0.8	27.0	3.7
4.20	19.00	31.0	19.7	0.6	32.8	3.0
4.40	20.00	29.0	20.7	0.7	29.6	3.4
4.60	16.00	27.0	16.7	0.9	18.6	5.4
4.80	15.00	28.0	15.7	0.7	22.4	4.5
5.00	13.00	24.0	13.7	0.6	22.8	4.4
5.20	16.00	25.0	16.8	0.7	24.0	4.2
5.40	18.00	29.0	18.8	0.7	26.9	3.7
5.60	14.00	25.0	14.8	0.6	24.7	4.1
5.80	19.00	28.0	19.8	0.8	24.8	4.0
6.00	21.00	33.0	21.8	0.5	43.6	2.3
6.20	17.00	24.0	18.0	0.5	36.0	2.8
6.40	15.00	22.0	16.0	0.7	22.9	4.4
6.60	16.00	26.0	17.0	0.6	28.3	3.5
6.80	18.00	27.0	19.0	0.5	38.0	2.6
7.00	13.00	21.0	14.0	0.5	28.0	3.6
7.20	16.00	24.0	17.1	0.6	28.5	3.5
7.40	19.00	28.0	20.1	0.7	28.7	3.5
7.60	16.00	27.0	17.1	0.9	19.0	5.3
7.80	14.00	28.0	15.1	0.5	30.2	3.3
8.00	11.00	19.0	12.1	0.7	17.3	5.8
8.20	15.00	25.0	16.2	0.7	23.1	4.3
8.40	14.00	24.0	15.2	0.8	19.0	5.3
8.60	14.00	26.0	15.2	0.6	25.3	3.9
8.80	12.00	21.0	13.2	1.3	10.2	9.8
9.00	14.00	34.0	15.2	0.8	19.0	5.3
9.20	18.00	30.0	19.4	0.9	21.6	4.6
9.40	22.00	36.0	23.4	0.6	39.0	2.6
9.60	24.00	33.0	25.4	0.9	28.2	3.5
9.80	18.00	32.0	19.4	0.5	38.8	2.6
10.00	13.00	21.0	14.4	0.6	24.0	4.2
10.20	12.00	21.0	13.5	0.5	27.0	3.7
10.40	13.00	21.0	14.5	0.6	24.2	4.1
10.60	11.00	20.0	12.5	0.8	15.6	6.4
10.80	14.00	26.0	15.5	0.7	22.1	4.5
11.00	13.00	23.0	14.5	0.7	20.7	4.8
11.20	12.00	23.0	13.7	0.7	19.6	5.1
11.40	13.00	24.0	14.7	0.6	24.5	4.1
11.60	13.00	22.0	14.7	0.5	29.4	3.4

11.80	15.00	23.0	16.7	0.5	33.4	3.0
12.00	17.00	24.0	18.7	0.6	31.2	3.2
12.20	17.00	26.0	18.8	0.9	20.9	4.8
12.40	15.00	28.0	16.8	0.7	24.0	4.2
12.60	19.00	29.0	20.8	0.8	26.0	3.8
12.80	25.00	37.0	26.8	0.9	29.8	3.4
13.00	28.00	41.0	29.8	1.1	27.1	3.7
13.20	18.00	34.0	19.9	0.7	28.4	3.5
13.40	13.00	23.0	14.9	0.5	29.8	3.4
13.60	12.00	20.0	13.9	0.5	27.8	3.6
13.80	13.00	20.0	14.9	0.8	18.6	5.4
14.00	24.00	36.0	25.9	1.2	21.6	4.6
14.20	27.00	45.0	29.1	0.6	48.5	2.1
14.40	14.00	23.0	16.1	0.5	32.2	3.1
14.60	19.00	27.0	21.1	0.5	42.2	2.4
14.80	22.00	29.0	24.1	0.7	34.4	2.9
15.00	20.00	31.0	22.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.80	35.4	1.8	2.1	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
15.00	17.6	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.80	35.4	1.8	1.71	2.04	2.35	2.08	1.86	1.77
Strato 2	15.00	17.6	0.7	0.81	1.10	1.07	0.95	0.85	0.88

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.80	35.4	1.8	88.50	70.80	106.20	106.20
Strato 2	15.00	17.6	0.7	88.00	46.47	105.60	52.80

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.80	35.4	1.8	>9
Strato 2	15.00	17.6	0.7	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Meyerhof	2.07
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Meyerhof	1.94

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Meyerhof	2.15
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Meyerhof	2.02

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.80	35.4	1.8	71.58	99.37	95.9	72.45	100
Strato 2	15.00	17.6	0.7	19.21	12.27	16.88	19.65	5.54

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertman	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.80	35.4	1.8	42.67	39.78	37.29	34.67	41.91	45	40.92	32.89
Strato 2	15.00	17.6	0.7	29.02	24.97	21.73	20.46	29.72	31.47	22.48	24.9

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertman	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	88.50	70.80	144.28
Strato 2	15.00	17.6	0.7	44.00	35.20	255.69

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.80	35.4	1.8	80.55	138.86	283.11	70.80	106.20
Strato 2	15.00	17.6	0.7	19.90	69.04	117.55	35.20	88.00

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.80	35.4	1.8	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	15.00	17.6	0.7	<0.5	7.04	<0.5	2.45

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Meyerhof	1.80
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Meyerhof	2.10
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.80	35.4	1.8	Piacentini-Righi 1988	8.533216E-11
Strato 2	15.00	17.6	0.7	Piacentini-Righi 1988	1.213863E-07

PROVA ...CPT_2

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 26/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	44.00	69.0	44.1	1.3	33.9	2.9
0.40	57.00	76.0	57.1	1.3	43.9	2.3
0.60	41.00	61.0	41.1	0.9	45.7	2.2
0.80	16.00	30.0	16.1	0.7	23.0	4.3
1.00	17.00	27.0	17.1	0.9	19.0	5.3
1.20	16.00	29.0	16.3	0.9	18.1	5.5
1.40	14.00	28.0	14.3	0.7	20.4	4.9
1.60	13.00	24.0	13.3	0.9	14.8	6.8
1.80	16.00	29.0	16.3	0.9	18.1	5.5
2.00	21.00	34.0	21.3	0.9	23.7	4.2
2.20	18.00	31.0	18.4	0.9	20.4	4.9
2.40	16.00	29.0	16.4	0.7	23.4	4.3
2.60	19.00	30.0	19.4	0.8	24.3	4.1
2.80	20.00	32.0	20.4	0.9	22.7	4.4
3.00	17.00	31.0	17.4	0.8	21.8	4.6
3.20	16.00	28.0	16.6	0.7	23.7	4.2
3.40	12.00	23.0	12.6	0.5	25.2	4.0
3.60	16.00	24.0	16.6	0.7	23.7	4.2
3.80	13.00	24.0	13.6	0.7	19.4	5.1
4.00	16.00	27.0	16.6	1.0	16.6	6.0
4.20	19.00	34.0	19.7	0.8	24.6	4.1
4.40	17.00	29.0	17.7	0.9	19.7	5.1
4.60	15.00	28.0	15.7	1.1	14.3	7.0
4.80	18.00	35.0	18.7	0.9	20.8	4.8
5.00	14.00	27.0	14.7	0.8	18.4	5.4
5.20	14.00	26.0	14.8	0.8	18.5	5.4
5.40	16.00	28.0	16.8	0.7	24.0	4.2
5.60	13.00	24.0	13.8	0.7	19.7	5.1
5.80	16.00	27.0	16.8	0.6	28.0	3.6
6.00	18.00	27.0	18.8	0.8	23.5	4.3
6.20	14.00	26.0	15.0	0.6	25.0	4.0
6.40	17.00	26.0	18.0	0.6	30.0	3.3
6.60	16.00	25.0	17.0	0.7	24.3	4.1
6.80	19.00	29.0	20.0	0.6	33.3	3.0
7.00	17.00	26.0	18.0	0.7	25.7	3.9
7.20	14.00	25.0	15.1	0.6	25.2	4.0
7.40	17.00	26.0	18.1	0.7	25.9	3.9
7.60	18.00	28.0	19.1	1.1	17.4	5.8
7.80	19.00	35.0	20.1	0.9	22.3	4.5
8.00	16.00	29.0	17.1	0.5	34.2	2.9
8.20	12.00	19.0	13.2	0.5	26.4	3.8
8.40	14.00	22.0	15.2	0.5	30.4	3.3
8.60	13.00	20.0	14.2	0.7	20.3	4.9
8.80	24.00	35.0	25.2	0.5	50.4	2.0
9.00	28.00	36.0	29.2	1.3	22.5	4.5
9.20	39.00	58.0	40.4	1.4	28.9	3.5
9.40	26.00	47.0	27.4	0.7	39.1	2.6
9.60	48.00	59.0	49.4	1.3	38.0	2.6
9.80	44.00	63.0	45.4	1.4	32.4	3.1
10.00	20.00	41.0	21.4	0.9	23.8	4.2
10.20	15.00	29.0	16.5	0.5	33.0	3.0
10.40	13.00	20.0	14.5	0.5	29.0	3.4
10.60	14.00	22.0	15.5	0.6	25.8	3.9
10.80	14.00	23.0	15.5	0.7	22.1	4.5
11.00	16.00	27.0	17.5	0.7	25.0	4.0
11.20	14.00	25.0	15.7	0.7	22.4	4.5
11.40	18.00	29.0	19.7	0.7	28.1	3.6
11.60	25.00	36.0	26.7	0.8	33.4	3.0

11.80	16.00	28.0	17.7	0.9	19.7	5.1
12.00	15.00	28.0	16.7	0.9	18.6	5.4
12.20	16.00	29.0	17.8	0.7	25.4	3.9
12.40	17.00	28.0	18.8	0.5	37.6	2.7
12.60	18.00	26.0	19.8	0.6	33.0	3.0
12.80	19.00	28.0	20.8	0.5	41.6	2.4
13.00	18.00	25.0	19.8	0.5	39.6	2.5
13.20	18.00	26.0	19.9	0.8	24.9	4.0
13.40	15.00	27.0	16.9	0.8	21.1	4.7
13.60	16.00	28.0	17.9	0.8	22.4	4.5
13.80	14.00	26.0	15.9	0.9	17.7	5.7
14.00	15.00	29.0	16.9	0.9	18.8	5.3
14.20	19.00	32.0	21.1	0.9	23.4	4.3
14.40	15.00	28.0	17.1	0.6	28.5	3.5
14.60	15.00	24.0	17.1	0.7	24.4	4.1
14.80	17.00	27.0	19.1	0.9	21.2	4.7
15.00	18.00	31.0	20.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	47.4	1.2	2.1	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
8.60	16.8	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
10.00	34.1	1.1	2.0	Incoerente-Coesivo	sabbie limose
15.00	18.2	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.60	47.4	1.2	2.29	2.48	3.16	2.78	2.49	2.37
Strato 2	8.60	16.8	0.8	0.79	1.10	1.06	0.94	0.84	0.84
Strato 3	10.00	34.1	1.1	1.60	1.89	2.15	1.90	1.70	1.70
Strato 4	15.00	18.2	0.7	0.82	1.07	1.05	0.93	0.83	0.91

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.60	47.4	1.2	118.50	94.80	142.20	71.10
Strato 2	8.60	16.8	0.8	84.00	47.39	100.80	50.40
Strato 3	10.00	34.1	1.1	85.25	68.20	102.30	102.30
Strato 4	15.00	18.2	0.7	91.00	45.59	109.20	54.60

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.60	47.4	1.2	>9
Strato 2	8.60	16.8	0.8	0.74
Strato 3	10.00	34.1	1.1	0.83
Strato 4	15.00	18.2	0.7	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Meyerhof	2.12
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Meyerhof	1.94
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Meyerhof	2.06
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Meyerhof	1.95

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Meyerhof	2.20
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Meyerhof	2.02
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Meyerhof	2.14
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Meyerhof	2.03

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.60	47.4	1.2	83.96	100	100	84.94	100
Strato 2	8.60	16.8	0.8	24.32	22.74	26.17	24.8	19.62
Strato 3	10.00	34.1	1.1	35.95	32.58	36.12	36.53	19.82
Strato 4	15.00	18.2	0.7	< 5	< 5	8.08	14.68	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.60	47.4	1.2	45	42.65	40.31	37.43	42	45	40.81	38.28
Strato 2	8.60	16.8	0.8	30.83	26.98	23.85	22.39	31.18	34.11	23.18	24.54
Strato 3	10.00	34.1	1.1	31.54	27.53	24.42	22.91	32.56	34.8	23.54	32.31
Strato 4	15.00	18.2	0.7	27.32	23.08	19.75	18.64	28.7	28.76	22.04	25.17

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	118.50	94.80	189.60
Strato 2	8.60	16.8	0.8	42.00	33.60	222.96
Strato 3	10.00	34.1	1.1	85.25	68.20	412.28
Strato 4	15.00	18.2	0.7	45.50	36.40	280.28

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertman n	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.60	47.4	1.2	81.16	185.93	382.28	94.80	71.10
Strato 2	8.60	16.8	0.8	24.62	65.90	117.39	33.60	84.00
Strato 3	10.00	34.1	1.1	37.95	133.76	251.18	68.20	102.30
Strato 4	15.00	18.2	0.7	19.13	71.39	114.51	36.40	91.00

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.60	47.4	1.2	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	8.60	16.8	0.8	0.74	>9	<0.5	4.62
Strato 3	10.00	34.1	1.1	0.83	>9	<0.5	4.68
Strato 4	15.00	18.2	0.7	<0.5	4.66	<0.5	1.4

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Meyerhof	1.80
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Meyerhof	1.80
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Meyerhof	2.10
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Meyerhof	2.10
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.60	47.4	1.2	Piacentini-Righi 1988	4.2363E-05
Strato 2	8.60	16.8	0.8	Piacentini-Righi 1988	3.232065E-09
Strato 3	10.00	34.1	1.1	Piacentini-Righi 1988	2.230926E-06
Strato 4	15.00	18.2	0.7	Piacentini-Righi 1988	2.132655E-07

PROVA ...CPT_3

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 26/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	38.00	47.0	38.1	1.2	31.8	3.1
0.40	41.00	59.0	41.1	1.2	34.3	2.9
0.60	45.00	63.0	45.1	0.8	56.4	1.8
0.80	17.00	29.0	17.1	0.6	28.5	3.5
1.00	18.00	27.0	18.1	0.7	25.9	3.9
1.20	11.00	21.0	11.3	0.8	14.1	7.1
1.40	14.00	26.0	14.3	0.7	20.4	4.9
1.60	12.00	22.0	12.3	1.1	11.2	8.9
1.80	14.00	31.0	14.3	1.5	9.5	10.5
2.00	16.00	38.0	16.3	1.2	13.6	7.4
2.20	21.00	39.0	21.4	1.1	19.5	5.1
2.40	20.00	36.0	20.4	1.1	18.5	5.4
2.60	19.00	35.0	19.4	1.3	14.9	6.7
2.80	21.00	40.0	21.4	0.9	23.8	4.2
3.00	16.00	29.0	16.4	0.8	20.5	4.9
3.20	15.00	27.0	15.6	1.3	12.0	8.3
3.40	14.00	33.0	14.6	0.8	18.3	5.5
3.60	14.00	26.0	14.6	0.9	16.2	6.2
3.80	16.00	29.0	16.6	0.7	23.7	4.2
4.00	17.00	28.0	17.6	0.9	19.6	5.1
4.20	19.00	33.0	19.7	0.7	28.1	3.6
4.40	18.00	29.0	18.7	0.7	26.7	3.7
4.60	16.00	26.0	16.7	0.8	20.9	4.8
4.80	16.00	28.0	16.7	0.7	23.9	4.2
5.00	18.00	29.0	18.7	0.7	26.7	3.7
5.20	16.00	27.0	16.8	0.9	18.7	5.4
5.40	19.00	32.0	19.8	0.7	28.3	3.5
5.60	17.00	28.0	17.8	1.1	16.2	6.2
5.80	13.00	29.0	13.8	0.8	17.3	5.8
6.00	15.00	27.0	15.8	0.8	19.8	5.1
6.20	17.00	29.0	18.0	1.0	18.0	5.6
6.40	19.00	34.0	20.0	0.9	22.2	4.5
6.60	21.00	35.0	22.0	1.2	18.3	5.5
6.80	19.00	37.0	20.0	1.3	15.4	6.5
7.00	20.00	39.0	21.0	1.1	19.1	5.2
7.20	14.00	30.0	15.1	0.9	16.8	6.0
7.40	13.00	27.0	14.1	0.8	17.6	5.7
7.60	14.00	26.0	15.1	0.8	18.9	5.3
7.80	17.00	29.0	18.1	0.8	22.6	4.4
8.00	15.00	27.0	16.1	0.8	20.1	5.0

8.20	14.00	26.0	15.2	-0.5	-30.4	-3.3
8.40	13.00	5.0	14.2	0.8	17.8	5.6
8.60	14.00	26.0	15.2	1.1	13.8	7.2
8.80	13.00	29.0	14.2	0.8	17.8	5.6
9.00	19.00	31.0	20.2	1.5	13.5	7.4
9.20	33.00	55.0	34.4	1.1	31.3	3.2
9.40	45.00	61.0	46.4	1.1	42.2	2.4
9.60	29.00	45.0	30.4	1.2	25.3	3.9
9.80	36.00	54.0	37.4	1.2	31.2	3.2
10.00	19.00	37.0	20.4	0.9	22.7	4.4
10.20	16.00	29.0	17.5	0.7	25.0	4.0
10.40	15.00	25.0	16.5	0.8	20.6	4.8
10.60	14.00	26.0	15.5	0.8	19.4	5.2
10.80	16.00	28.0	17.5	0.7	25.0	4.0
11.00	15.00	26.0	16.5	0.9	18.3	5.5
11.20	13.00	27.0	14.7	0.9	16.3	6.1
11.40	16.00	29.0	17.7	0.9	19.7	5.1
11.60	13.00	26.0	14.7	0.9	16.3	6.1
11.80	16.00	29.0	17.7	0.7	25.3	4.0
12.00	14.00	25.0	15.7	0.6	26.2	3.8
12.20	19.00	28.0	20.8	0.9	23.1	4.3
12.40	14.00	27.0	15.8	0.7	22.6	4.4
12.60	13.00	24.0	14.8	0.7	21.1	4.7
12.80	11.00	22.0	12.8	0.8	16.0	6.3
13.00	14.00	26.0	15.8	0.8	19.8	5.1
13.20	16.00	28.0	17.9	0.8	22.4	4.5
13.40	17.00	29.0	18.9	0.7	27.0	3.7
13.60	14.00	25.0	15.9	0.9	17.7	5.7
13.80	13.00	26.0	14.9	0.8	18.6	5.4
14.00	19.00	31.0	20.9	0.7	29.9	3.3
14.20	17.00	28.0	19.1	0.9	21.2	4.7
14.40	19.00	33.0	21.1	0.9	23.4	4.3
14.60	21.00	35.0	23.1	0.7	33.0	3.0
14.80	18.00	29.0	20.1	0.9	22.3	4.5
15.00	17.00	31.0	19.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	41.4	1.1	2.0	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
8.80	16.9	0.9	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
9.80	33.8	1.2	2.0	Incoerente-Coesivo	sabbie limose
15.00	17.5	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.60	41.4	1.1	2.00	2.27	2.76	2.43	2.18	2.07
Strato 2	8.80	16.9	0.9	0.79	1.10	1.07	0.94	0.84	0.84
Strato 3	9.80	33.8	1.2	1.59	1.88	2.13	1.88	1.69	1.69
Strato 4	15.00	17.5	0.8	0.79	1.03	1.01	0.89	0.80	0.88

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.60	41.4	1.1	103.50	82.80	124.20	124.20
Strato 2	8.80	16.9	0.9	84.50	47.29	101.40	50.70
Strato 3	9.80	33.8	1.2	84.50	67.60	101.40	101.40
Strato 4	15.00	17.5	0.8	87.50	46.60	105.00	52.50

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.60	41.4	1.1	>9
Strato 2	8.80	16.9	0.9	0.74
Strato 3	9.80	33.8	1.2	0.83
Strato 4	15.00	17.5	0.8	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Meyerhof	2.09
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Meyerhof	1.94
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Meyerhof	2.06
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Meyerhof	1.94

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Meyerhof	2.17
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Meyerhof	2.02
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Meyerhof	2.14
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Meyerhof	2.02

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.60	41.4	1.1	80.81	100	100	81.76	100
Strato 2	8.80	16.9	0.9	24.41	22.81	26.23	24.89	19.37
Strato 3	9.80	33.8	1.2	35.82	32.49	36.02	36.39	19.69
Strato 4	15.00	17.5	0.8	< 5	< 5	7.1	13.77	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.60	41.4	1.1	44.93	42.22	39.86	37.01	42	45	41.94	35.59
Strato 2	8.80	16.9	0.9	30.84	26.98	23.85	22.39	31.19	34.11	23.18	24.59
Strato 3	9.80	33.8	1.2	31.54	27.53	24.42	22.91	32.55	34.79	23.54	32.18
Strato 4	15.00	17.5	0.8	27.2	22.96	19.63	18.53	28.7	28.54	22.01	24.86

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	103.50	82.80	165.60
Strato 2	8.80	16.9	0.9	42.25	33.80	224.14
Strato 3	9.80	33.8	1.2	84.50	67.60	409.02
Strato 4	15.00	17.5	0.8	43.75	35.00	269.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.60	41.4	1.1	80.94	162.40	332.81	82.80	124.20
Strato 2	8.80	16.9	0.9	24.72	66.29	117.99	33.80	84.50
Strato 3	9.80	33.8	1.2	37.77	132.59	248.71	67.60	101.40
Strato 4	15.00	17.5	0.8	18.89	68.65	108.92	35.00	87.50

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.60	41.4	1.1	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	8.80	16.9	0.9	0.74	>9	<0.5	4.57
Strato 3	9.80	33.8	1.2	0.83	>9	<0.5	4.65
Strato 4	15.00	17.5	0.8	<0.5	5.13	<0.5	1.35

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Meyerhof	1.80
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Meyerhof	1.80
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Meyerhof	2.10
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Meyerhof	2.10
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.60	41.4	1.1	Piacentini-Righi 1988	2.590658E-05
Strato 2	8.80	16.9	0.9	Piacentini-Righi 1988	1.864584E-10
Strato 3	9.80	33.8	1.2	Piacentini-Righi 1988	4.853036E-07
Strato 4	15.00	17.5	0.8	Piacentini-Righi 1988	7.677448E-09

PROVA ...CPT_4

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 26/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	45.00	63.0	45.1	1.1	41.0	2.4
0.40	26.00	42.0	26.1	0.7	37.3	2.7
0.60	12.00	22.0	12.1	0.7	17.3	5.8
0.80	9.00	19.0	9.1	0.9	10.1	9.9
1.00	13.00	27.0	13.1	0.9	14.6	6.9
1.20	15.00	28.0	15.3	0.9	17.0	5.9
1.40	17.00	31.0	17.3	0.7	24.7	4.0
1.60	18.00	29.0	18.3	0.9	20.3	4.9
1.80	22.00	35.0	22.3	0.8	27.9	3.6
2.00	19.00	31.0	19.3	0.7	27.6	3.6
2.20	16.00	27.0	16.4	0.7	23.4	4.3
2.40	17.00	28.0	17.4	0.7	24.9	4.0
2.60	14.00	24.0	14.4	0.7	20.6	4.9
2.80	16.00	27.0	16.4	0.8	20.5	4.9
3.00	17.00	29.0	17.4	0.7	24.9	4.0
3.20	17.00	28.0	17.6	0.9	19.6	5.1
3.40	14.00	27.0	14.6	0.8	18.3	5.5
3.60	14.00	26.0	14.6	0.9	16.2	6.2
3.80	22.00	35.0	22.6	0.9	25.1	4.0
4.00	20.00	34.0	20.6	1.0	20.6	4.9
4.20	21.00	36.0	21.7	1.2	18.1	5.5
4.40	23.00	41.0	23.7	1.4	16.9	5.9

4.60	22.00	43.0	22.7	1.1	20.6	4.8
4.80	22.00	39.0	22.7	0.9	25.2	4.0
5.00	23.00	37.0	23.7	0.8	29.6	3.4
5.20	18.00	30.0	18.8	0.7	26.9	3.7
5.40	19.00	29.0	19.8	0.9	22.0	4.5
5.60	17.00	31.0	17.8	0.8	22.3	4.5
5.80	15.00	27.0	15.8	1.0	15.8	6.3
6.00	14.00	29.0	14.8	0.8	18.5	5.4
6.20	16.00	28.0	17.0	1.1	15.5	6.5
6.40	19.00	36.0	20.0	0.9	22.2	4.5
6.60	12.00	25.0	13.0	0.9	14.4	6.9
6.80	14.00	27.0	15.0	0.7	21.4	4.7
7.00	13.00	24.0	14.0	0.5	28.0	3.6
7.20	10.00	17.0	11.1	0.4	27.8	3.6
7.40	9.00	15.0	10.1	0.4	25.3	4.0
7.60	9.00	15.0	10.1	0.5	20.2	5.0
7.80	12.00	19.0	13.1	0.4	32.8	3.1
8.00	11.00	17.0	12.1	0.5	24.2	4.1
8.20	10.00	17.0	11.2	0.4	28.0	3.6
8.40	13.00	19.0	14.2	0.7	20.3	4.9
8.60	35.00	46.0	36.2	1.2	30.2	3.3
8.80	39.00	57.0	40.2	0.4	100.5	1.0
9.00	34.00	40.0	35.2	0.7	50.3	2.0
9.20	11.00	21.0	12.4	0.8	15.5	6.5
9.40	13.00	25.0	14.4	1.1	13.1	7.6
9.60	11.00	27.0	12.4	0.3	41.3	2.4
9.80	13.00	18.0	14.4	0.5	28.8	3.5
10.00	14.00	22.0	15.4	0.6	25.7	3.9
10.20	14.00	23.0	15.5	0.7	22.1	4.5
10.40	15.00	26.0	16.5	0.7	23.6	4.2
10.60	13.00	24.0	14.5	0.7	20.7	4.8
10.80	14.00	24.0	15.5	0.8	19.4	5.2
11.00	13.00	25.0	14.5	0.6	24.2	4.1
11.20	15.00	24.0	16.7	0.7	23.9	4.2
11.40	17.00	27.0	18.7	0.8	23.4	4.3
11.60	17.00	29.0	18.7	1.1	17.0	5.9
11.80	19.00	36.0	20.7	1.1	18.8	5.3
12.00	18.00	34.0	19.7	0.7	28.1	3.6
12.20	19.00	29.0	20.8	0.8	26.0	3.8
12.40	21.00	33.0	22.8	0.9	25.3	3.9
12.60	24.00	37.0	25.8	1.1	23.5	4.3
12.80	19.00	35.0	20.8	0.9	23.1	4.3
13.00	18.00	32.0	19.8	0.9	22.0	4.5
13.20	22.00	36.0	23.9	1.0	23.9	4.2
13.40	24.00	39.0	25.9	0.8	32.4	3.1
13.60	14.00	26.0	15.9	0.7	22.7	4.4
13.80	13.00	24.0	14.9	0.8	18.6	5.4
14.00	15.00	27.0	16.9	0.8	21.1	4.7
14.20	13.00	25.0	15.1	0.7	21.6	4.6
14.40	18.00	29.0	20.1	0.7	28.7	3.5
14.60	16.00	27.0	18.1	0.8	22.6	4.4
14.80	14.00	26.0	16.1	0.8	20.1	5.0
15.00	15.00	27.0	17.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.40	35.6	0.9	2.1	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
8.40	16.5	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
9.20	31.0	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	sabbie limose
11.40	15.3	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
13.40	21.9	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	argille limose
15.00	16.8	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_4

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.40	35.6	0.9	1.72	2.05	2.37	2.09	1.87	1.78
Strato 2	8.40	16.5	0.8	0.77	1.08	1.04	0.92	0.82	0.82
Strato 3	9.20	31.0	0.8	1.45	1.76	1.95	1.72	1.54	1.55
Strato 4	11.40	15.3	0.7	0.69	0.93	0.89	0.78	0.70	0.77
Strato 5	13.40	21.9	0.9	1.00	1.28	1.30	1.15	1.03	1.09
Strato 6	15.00	16.8	0.7	0.74	0.97	0.94	0.83	0.74	0.84

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.40	35.6	0.9	89.00	71.20	106.80	106.80
Strato 2	8.40	16.5	0.8	82.50	47.66	99.00	49.50
Strato 3	9.20	31.0	0.8	77.50	62.00	93.00	93.00
Strato 4	11.40	15.3	0.7	76.50	48.33	91.80	45.90
Strato 5	13.40	21.9	0.9	54.75	43.80	65.70	65.70
Strato 6	15.00	16.8	0.7	84.00	47.39	100.80	50.40

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.40	35.6	0.9	>9
Strato 2	8.40	16.5	0.8	0.76
Strato 3	9.20	31.0	0.8	0.8
Strato 4	11.40	15.3	0.7	<0.5
Strato 5	13.40	21.9	0.9	<0.5
Strato 6	15.00	16.8	0.7	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Meyerhof	2.07
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Meyerhof	1.94
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Meyerhof	2.04
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Meyerhof	1.92
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Meyerhof	1.98
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Meyerhof	1.93

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Meyerhof	2.15
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Meyerhof	2.02
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Meyerhof	2.12
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Meyerhof	2.00
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Meyerhof	2.06
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Meyerhof	2.01

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski i 1985
Strato 1	0.40	35.6	0.9	81.59	100	100	82.55	100
Strato 2	8.40	16.5	0.8	24.42	23.23	26.57	24.89	20.49
Strato 3	9.20	31.0	0.8	34.1	30.72	34.3	34.66	18.84
Strato 4	11.40	15.3	0.7	< 5	< 5	6.67	12.42	5
Strato 5	13.40	21.9	0.9	< 5	9.51	14.76	20.18	5
Strato 6	15.00	16.8	0.7	< 5	< 5	5	10.71	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.40	35.6	0.9	45	43.24	40.93	37.99	42	45	38.39	32.98
Strato 2	8.40	16.5	0.8	30.94	27.1	23.98	22.51	31.25	34.26	23.23	24.41
Strato 3	9.20	31.0	0.8	31.36	27.36	24.24	22.75	32.3	34.58	23.44	30.92
Strato 4	11.40	15.3	0.7	27.34	23.16	19.83	18.72	28.7	28.9	22.03	23.87
Strato 5	13.40	21.9	0.9	28.27	24.07	20.79	19.59	29.33	30.24	22.27	26.83
Strato 6	15.00	16.8	0.7	26.41	22.1	18.72	17.71	28.7	26.95	21.86	24.54

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	89.00	71.20	142.40
Strato 2	8.40	16.5	0.8	41.25	33.00	218.00
Strato 3	9.20	31.0	0.8	77.50	62.00	381.72
Strato 4	11.40	15.3	0.7	38.25	30.60	235.62
Strato 5	13.40	21.9	0.9	54.75	43.80	325.41
Strato 6	15.00	16.8	0.7	42.00	33.60	258.72

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.40	35.6	0.9	80.56	139.65	285.10	71.20	106.80
Strato 2	8.40	16.5	0.8	24.74	64.72	115.35	33.00	82.50
Strato 3	9.20	31.0	0.8	35.73	121.60	226.49	62.00	93.00
Strato 4	11.40	15.3	0.7	16.52	60.02	94.35	30.60	76.50
Strato 5	13.40	21.9	0.9	22.61	85.91	145.22	43.80	109.50
Strato 6	15.00	16.8	0.7	20.90	65.90	100.12	33.60	84.00

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.40	35.6	0.9	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	8.40	16.5	0.8	0.76	>9	<0.5	4.8
Strato 3	9.20	31.0	0.8	0.8	8.39	<0.5	4.48
Strato 4	11.40	15.3	0.7	<0.5	5.37	<0.5	1.45
Strato 5	13.40	21.9	0.9	<0.5	5.95	<0.5	1.82
Strato 6	15.00	16.8	0.7	<0.5	4.03	<0.5	1.06

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Meyerhof	1.80
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Meyerhof	2.10
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.40	35.6	0.9	Piacentini-Righi 1988	4.811915E-05
Strato 2	8.40	16.5	0.8	Piacentini-Righi 1988	2.174904E-09
Strato 3	9.20	31.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	4.027127E-05
Strato 4	11.40	15.3	0.7	Piacentini-Righi 1988	8.902719E-09
Strato 5	13.40	21.9	0.9	Piacentini-Righi 1988	5.323107E-08
Strato 6	15.00	16.8	0.7	Piacentini-Righi 1988	5.346775E-08

PROVA ...CPT_5

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	29.00	43.0	29.1	1.1	26.5	3.8
0.40	21.00	38.0	21.1	1.3	16.2	6.2
0.60	22.00	41.0	22.1	0.5	44.2	2.3
0.80	18.00	26.0	18.1	0.8	22.6	4.4
1.00	11.00	23.0	11.1	0.8	13.9	7.2
1.20	14.00	26.0	14.3	0.8	17.9	5.6
1.40	13.00	25.0	13.3	0.9	14.8	6.8
1.60	15.00	28.0	15.3	0.8	19.1	5.2
1.80	16.00	28.0	16.3	0.9	18.1	5.5
2.00	22.00	36.0	22.3	1.2	18.6	5.4
2.20	19.00	37.0	19.4	0.9	21.6	4.6
2.40	21.00	35.0	21.4	1.1	19.5	5.1
2.60	20.00	36.0	20.4	0.9	22.7	4.4
2.80	13.00	26.0	13.4	0.7	19.1	5.2
3.00	16.00	27.0	16.4	0.9	18.2	5.5
3.20	12.00	25.0	12.6	0.8	15.8	6.3
3.40	14.00	26.0	14.6	0.8	18.3	5.5
3.60	17.00	29.0	17.6	1.0	17.6	5.7
3.80	22.00	37.0	22.6	1.2	18.8	5.3
4.00	21.00	39.0	21.6	1.2	18.0	5.6
4.20	22.00	40.0	22.7	1.1	20.6	4.8
4.40	19.00	36.0	19.7	1.2	16.4	6.1
4.60	17.00	35.0	17.7	1.3	13.6	7.3
4.80	19.00	38.0	19.7	1.4	14.1	7.1
5.00	20.00	41.0	20.7	0.9	23.0	4.3
5.20	18.00	32.0	18.8	1.0	18.8	5.3
5.40	19.00	34.0	19.8	1.0	19.8	5.1
5.60	16.00	31.0	16.8	0.7	24.0	4.2
5.80	18.00	29.0	18.8	1.0	18.8	5.3
6.00	17.00	32.0	17.8	0.7	25.4	3.9
6.20	21.00	32.0	22.0	1.0	22.0	4.5
6.40	14.00	29.0	15.0	1.1	13.6	7.3
6.60	15.00	31.0	16.0	0.9	17.8	5.6
6.80	14.00	28.0	15.0	0.9	16.7	6.0
7.00	17.00	30.0	18.0	0.7	25.7	3.9
7.20	18.00	29.0	19.1	0.8	23.9	4.2
7.40	13.00	25.0	14.1	0.9	15.7	6.4
7.60	14.00	27.0	15.1	0.7	21.6	4.6
7.80	21.00	31.0	22.1	0.9	24.6	4.1
8.00	15.00	29.0	16.1	0.8	20.1	5.0
8.20	17.00	29.0	18.2	0.7	26.0	3.8
8.40	18.00	29.0	19.2	0.8	24.0	4.2
8.60	16.00	28.0	17.2	0.9	19.1	5.2
8.80	17.00	31.0	18.2	1.1	16.5	6.0
9.00	18.00	35.0	19.2	0.7	27.4	3.6
9.20	12.00	23.0	13.4	0.7	19.1	5.2
9.40	10.00	20.0	11.4	0.5	22.8	4.4
9.60	11.00	19.0	12.4	0.6	20.7	4.8

9.80	13.00	22.0	14.4	0.7	20.6	4.9
10.00	14.00	24.0	15.4	0.8	19.3	5.2
10.20	14.00	26.0	15.5	0.6	25.8	3.9
10.40	12.00	21.0	13.5	0.7	19.3	5.2
10.60	13.00	24.0	14.5	0.7	20.7	4.8
10.80	12.00	23.0	13.5	0.8	16.9	5.9
11.00	12.00	24.0	13.5	0.9	15.0	6.7
11.20	15.00	28.0	16.7	0.8	20.9	4.8
11.40	17.00	29.0	18.7	0.8	23.4	4.3
11.60	16.00	28.0	17.7	1.3	13.6	7.3
11.80	21.00	40.0	22.7	1.5	15.1	6.6
12.00	25.00	47.0	26.7	1.7	15.7	6.4
12.20	23.00	48.0	24.8	1.4	17.7	5.6
12.40	25.00	46.0	26.8	1.2	22.3	4.5
12.60	27.00	45.0	28.8	0.9	32.0	3.1
12.80	16.00	29.0	17.8	0.9	19.8	5.1
13.00	14.00	27.0	15.8	0.6	26.3	3.8
13.20	15.00	24.0	16.9	0.8	21.1	4.7
13.40	16.00	28.0	17.9	0.7	25.6	3.9
13.60	13.00	23.0	14.9	0.5	29.8	3.4
13.80	18.00	26.0	19.9	0.5	39.8	2.5
14.00	16.00	24.0	17.9	0.7	25.6	3.9
14.20	14.00	25.0	16.1	0.7	23.0	4.3
14.40	16.00	26.0	18.1	1.1	16.5	6.1
14.60	21.00	37.0	23.1	0.9	25.7	3.9
14.80	22.00	35.0	24.1	1.1	21.9	4.6
15.00	18.00	34.0	20.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	21.6	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
11.60	17.1	0.9	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
12.80	24.6	1.3	2.0	Incoerente-Coesivo	argilla limosa
15.00	18.6	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.60	21.6	0.9	1.04	1.41	1.44	1.27	1.13	1.08
Strato 2	11.60	17.1	0.9	0.79	1.09	1.06	0.94	0.84	0.86
Strato 3	12.80	24.6	1.3	1.13	1.42	1.48	1.31	1.17	1.23
Strato 4	15.00	18.6	0.7	0.83	1.08	1.06	0.94	0.84	0.93

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.60	21.6	0.9	54.00	43.20	64.80	64.80
Strato 2	11.60	17.1	0.9	85.50	47.08	102.60	51.30
Strato 3	12.80	24.6	1.3	61.50	49.20	73.80	73.80
Strato 4	15.00	18.6	0.7	93.00	44.91	111.60	55.80

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.60	21.6	0.9	8.37
Strato 2	11.60	17.1	0.9	0.61
Strato 3	12.80	24.6	1.3	<0.5
Strato 4	15.00	18.6	0.7	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Meyerhof	1.99
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Meyerhof	1.94
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Meyerhof	2.00
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Meyerhof	1.95

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Meyerhof	2.07
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Meyerhof	2.02
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Meyerhof	2.08
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Meyerhof	2.03

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.60	21.6	0.9	62.32	90.34	87.02	63.12	100
Strato 2	11.60	17.1	0.9	21.71	17.49	21.5	22.16	12.28
Strato 3	12.80	24.6	1.3	< 5	14.29	19.23	23.79	5
Strato 4	15.00	18.6	0.7	< 5	< 5	6.66	14.01	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.60	21.6	0.9	41.81	39	36.47	33.92	40.65	45	39.22	26.7
Strato 2	11.60	17.1	0.9	29.93	25.98	22.8	21.43	30.45	32.81	22.8	24.68
Strato 3	12.80	24.6	1.3	28.92	24.74	21.49	20.24	30	31.16	22.46	28.05
Strato 4	15.00	18.6	0.7	27.02	22.74	19.39	18.32	28.7	28.14	21.98	25.35

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	54.00	43.20	111.44
Strato 2	11.60	17.1	0.9	42.75	34.20	237.71
Strato 3	12.80	24.6	1.3	61.50	49.20	351.42
Strato 4	15.00	18.6	0.7	46.50	37.20	286.44

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.60	21.6	0.9	72.72	84.73	169.46	43.20	108.00
Strato 2	11.60	17.1	0.9	21.99	67.08	116.79	34.20	85.50
Strato 3	12.80	24.6	1.3	26.18	96.50	167.84	49.20	123.00
Strato 4	15.00	18.6	0.7	20.53	72.96	115.49	37.20	93.00

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.60	21.6	0.9	8.37	>9	0.53	>9
Strato 2	11.60	17.1	0.9	0.61	>9	<0.5	3.32
Strato 3	12.80	24.6	1.3	<0.5	8.08	<0.5	2.17
Strato 4	15.00	18.6	0.7	<0.5	4.27	<0.5	1.26

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Meyerhof	1.80
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Meyerhof	2.10
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.60	21.6	0.9	Piacentini-Righi 1988	4.118038E-08
Strato 2	11.60	17.1	0.9	Piacentini-Righi 1988	2.515756E-10
Strato 3	12.80	24.6	1.3	Piacentini-Righi 1988	8.814004E-11
Strato 4	15.00	18.6	0.7	Piacentini-Righi 1988	3.037983E-07

PROVA ...CPT_6

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	36.00	68.0	36.1	1.8	20.1	5.0
0.40	32.00	59.0	32.1	0.9	35.7	2.8
0.60	21.00	35.0	21.1	0.5	42.2	2.4
0.80	6.00	14.0	6.1	0.5	12.2	8.2
1.00	8.00	15.0	8.1	0.9	9.0	11.1
1.20	14.00	27.0	14.3	0.7	20.4	4.9
1.40	17.00	28.0	17.3	0.7	24.7	4.0
1.60	16.00	27.0	16.3	1.1	14.8	6.7
1.80	19.00	36.0	19.3	1.4	13.8	7.3
2.00	17.00	38.0	17.3	1.2	14.4	6.9
2.20	18.00	36.0	18.4	0.9	20.4	4.9
2.40	15.00	28.0	15.4	0.9	17.1	5.8
2.60	12.00	25.0	12.4	0.7	17.7	5.6
2.80	12.00	22.0	12.4	0.7	17.7	5.6
3.00	14.00	25.0	14.4	0.7	20.6	4.9
3.20	16.00	27.0	16.6	0.8	20.8	4.8
3.40	18.00	30.0	18.6	0.9	20.7	4.8
3.60	22.00	35.0	22.6	1.0	22.6	4.4
3.80	24.00	39.0	24.6	0.9	27.3	3.7
4.00	19.00	33.0	19.6	1.1	17.8	5.6
4.20	21.00	38.0	21.7	1.0	21.7	4.6
4.40	18.00	33.0	18.7	1.0	18.7	5.3
4.60	20.00	35.0	20.7	0.9	23.0	4.3
4.80	22.00	36.0	22.7	0.7	32.4	3.1
5.00	21.00	32.0	21.7	0.7	31.0	3.2
5.20	18.00	29.0	18.8	0.7	26.9	3.7
5.40	17.00	27.0	17.8	0.8	22.3	4.5
5.60	16.00	28.0	16.8	0.9	18.7	5.4
5.80	22.00	36.0	22.8	1.2	19.0	5.3
6.00	19.00	37.0	19.8	0.9	22.0	4.5

6.20	21.00	35.0	22.0	1.0	22.0	4.5
6.40	24.00	39.0	25.0	0.9	27.8	3.6
6.60	21.00	34.0	22.0	0.9	24.4	4.1
6.80	22.00	35.0	23.0	0.5	46.0	2.2
7.00	19.00	27.0	20.0	0.6	33.3	3.0
7.20	19.00	28.0	20.1	0.7	28.7	3.5
7.40	13.00	24.0	14.1	0.8	17.6	5.7
7.60	14.00	26.0	15.1	0.9	16.8	6.0
7.80	13.00	27.0	14.1	0.8	17.6	5.7
8.00	19.00	31.0	20.1	0.7	28.7	3.5
8.20	18.00	29.0	19.2	1.0	19.2	5.2
8.40	13.00	28.0	14.2	0.8	17.8	5.6
8.60	14.00	26.0	15.2	0.8	19.0	5.3
8.80	11.00	23.0	12.2	0.9	13.6	7.4
9.00	13.00	27.0	14.2	0.5	28.4	3.5
9.20	12.00	20.0	13.4	0.5	26.8	3.7
9.40	6.00	13.0	7.4	0.5	14.8	6.8
9.60	9.00	17.0	10.4	0.6	17.3	5.8
9.80	11.00	20.0	12.4	0.7	17.7	5.6
10.00	12.00	23.0	13.4	0.4	33.5	3.0
10.20	8.00	14.0	9.5	0.5	19.0	5.3
10.40	9.00	17.0	10.5	0.6	17.5	5.7
10.60	10.00	19.0	11.5	0.8	14.4	7.0
10.80	12.00	24.0	13.5	0.6	22.5	4.4
11.00	14.00	23.0	15.5	0.8	19.4	5.2
11.20	14.00	26.0	15.7	0.7	22.4	4.5
11.40	15.00	25.0	16.7	0.9	18.6	5.4
11.60	16.00	29.0	17.7	1.7	10.4	9.6
11.80	21.00	46.0	22.7	1.3	17.5	5.7
12.00	22.00	41.0	23.7	1.3	18.2	5.5
12.20	24.00	44.0	25.8	1.1	23.5	4.3
12.40	17.00	33.0	18.8	1.0	18.8	5.3
12.60	21.00	36.0	22.8	1.2	19.0	5.3
12.80	17.00	35.0	18.8	0.9	20.9	4.8
13.00	14.00	28.0	15.8	0.6	26.3	3.8
13.20	11.00	20.0	12.9	0.6	21.5	4.7
13.40	13.00	22.0	14.9	0.6	24.8	4.0
13.60	17.00	26.0	18.9	0.6	31.5	3.2
13.80	15.00	24.0	16.9	0.8	21.1	4.7
14.00	14.00	26.0	15.9	0.7	22.7	4.4
14.20	13.00	24.0	15.1	0.7	21.6	4.6
14.40	17.00	28.0	19.1	0.7	27.3	3.7
14.60	16.00	26.0	18.1	0.9	20.1	5.0
14.80	16.00	29.0	18.1	0.7	25.9	3.9
15.00	21.00	32.0	23.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	26.6	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
11.60	16.6	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
12.80	22.1	1.1	2.0	Incoerente-Coesivo	argilla limosa
15.00	17.2	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_6

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.60	26.6	0.7	1.28	1.66	1.77	1.56	1.40	1.33
Strato 2	11.60	16.6	0.8	0.77	1.07	1.03	0.91	0.81	0.83
Strato 3	12.80	22.1	1.1	1.01	1.29	1.32	1.16	1.04	1.11
Strato 4	15.00	17.2	0.6	0.76	1.00	0.97	0.86	0.77	0.86

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.60	26.6	0.7	66.50	53.20	79.80	79.80
Strato 2	11.60	16.6	0.8	83.00	47.57	99.60	49.80
Strato 3	12.80	22.1	1.1	55.25	44.20	66.30	66.30
Strato 4	15.00	17.2	0.6	86.00	46.96	103.20	51.60

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.60	26.6	0.7	>9
Strato 2	11.60	16.6	0.8	0.59
Strato 3	12.80	22.1	1.1	<0.5
Strato 4	15.00	17.2	0.6	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Meyerhof	2.02
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Meyerhof	1.93
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Meyerhof	1.98
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Meyerhof	1.93

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Meyerhof	2.10
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Meyerhof	2.01
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Meyerhof	2.06
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Meyerhof	2.01

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.60	26.6	0.7	68.23	97.96	94.17	69.08	100
Strato 2	11.60	16.6	0.8	20.86	16.41	20.48	21.31	11.43
Strato 3	12.80	22.1	1.1	< 5	10.37	15.55	20.72	5
Strato 4	15.00	17.2	0.6	< 5	< 5	5	11.76	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.60	26.6	0.7	42.81	40.03	37.55	34.91	41.71	45	41.27	28.94
Strato 2	11.60	16.6	0.8	29.79	25.83	22.64	21.29	30.3	32.62	22.74	24.45
Strato 3	12.80	22.1	1.1	28.4	24.21	20.93	19.73	29.45	30.43	22.31	26.92
Strato 4	15.00	17.2	0.6	26.64	22.35	18.99	17.95	28.7	27.42	21.9	24.72

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	66.50	53.20	112.91
Strato 2	11.60	16.6	0.8	41.50	33.20	232.91
Strato 3	12.80	22.1	1.1	55.25	44.20	326.10
Strato 4	15.00	17.2	0.6	43.00	34.40	264.88

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.60	26.6	0.7	78.89	104.34	210.71	53.20	133.00
Strato 2	11.60	16.6	0.8	21.13	65.12	112.67	33.20	83.00
Strato 3	12.80	22.1	1.1	23.01	86.69	147.22	44.20	110.50
Strato 4	15.00	17.2	0.6	20.48	67.47	103.94	34.40	86.00

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.60	26.6	0.7	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	11.60	16.6	0.8	0.59	>9	<0.5	3.2
Strato 3	12.80	22.1	1.1	<0.5	6.98	<0.5	1.88
Strato 4	15.00	17.2	0.6	<0.5	3.74	<0.5	1.13

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Meyerhof	1.80
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Meyerhof	1.80
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Meyerhof	2.10
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Meyerhof	2.10
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Meyerhof	2.10

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.60	26.6	0.7	Piacentini-Righi 1988	3.404646E-05
Strato 2	11.60	16.6	0.8	Piacentini-Righi 1988	2.486373E-09
Strato 3	12.80	22.1	1.1	Piacentini-Righi 1988	6.524569E-10
Strato 4	15.00	17.2	0.6	Piacentini-Righi 1988	1.061694E-06

PROVA ...CPT_7

Committente: GAVIOLI STEFANO

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/06/2013

Profondità prova: 15.00 mt

Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	31.00	49.0	31.1	0.8	38.9	2.6
0.40	33.00	45.0	33.1	0.8	41.4	2.4
0.60	29.00	41.0	29.1	1.1	26.5	3.8
0.80	12.00	28.0	12.1	0.7	17.3	5.8
1.00	11.00	21.0	11.1	0.8	13.9	7.2
1.20	13.00	25.0	13.3	0.7	19.0	5.3
1.40	14.00	25.0	14.3	0.7	20.4	4.9
1.60	12.00	22.0	12.3	0.9	13.7	7.3
1.80	18.00	31.0	18.3	1.1	16.6	6.0
2.00	19.00	35.0	19.3	1.1	17.5	5.7
2.20	22.00	39.0	22.4	1.3	17.2	5.8

2.40	19.00	38.0	19.4	1.1	17.6	5.7
2.60	19.00	36.0	19.4	1.0	19.4	5.2
2.80	13.00	28.0	13.4	0.8	16.8	6.0
3.00	13.00	25.0	13.4	0.7	19.1	5.2
3.20	14.00	25.0	14.6	0.6	24.3	4.1
3.40	14.00	23.0	14.6	0.8	18.3	5.5
3.60	15.00	27.0	15.6	1.2	13.0	7.7
3.80	23.00	41.0	23.6	0.9	26.2	3.8
4.00	24.00	37.0	24.6	1.1	22.4	4.5
4.20	22.00	39.0	22.7	1.1	20.6	4.8
4.40	20.00	37.0	20.7	1.1	18.8	5.3
4.60	22.00	38.0	22.7	0.9	25.2	4.0
4.80	24.00	37.0	24.7	1.0	24.7	4.0
5.00	21.00	36.0	21.7	0.7	31.0	3.2
5.20	17.00	28.0	17.8	0.8	22.3	4.5
5.40	14.00	26.0	14.8	0.7	21.1	4.7
5.60	16.00	27.0	16.8	0.8	21.0	4.8
5.80	13.00	25.0	13.8	0.9	15.3	6.5
6.00	13.00	27.0	13.8	0.6	23.0	4.3
6.20	10.00	19.0	11.0	0.7	15.7	6.4
6.40	11.00	21.0	12.0	0.8	15.0	6.7
6.60	17.00	29.0	18.0	0.7	25.7	3.9
6.80	16.00	27.0	17.0	0.8	21.3	4.7
7.00	14.00	26.0	15.0	0.7	21.4	4.7
7.20	14.00	25.0	15.1	0.9	16.8	6.0
7.40	12.00	25.0	13.1	0.9	14.6	6.9
7.60	11.00	24.0	12.1	0.6	20.2	5.0
7.80	16.00	25.0	17.1	0.6	28.5	3.5
8.00	13.00	22.0	14.1	0.8	17.6	5.7
8.20	15.00	27.0	16.2	0.8	20.3	4.9
8.40	14.00	26.0	15.2	0.7	21.7	4.6
8.60	16.00	27.0	17.2	0.8	21.5	4.7
8.80	19.00	31.0	20.2	1.1	18.4	5.4
9.00	21.00	37.0	22.2	0.9	24.7	4.1
9.20	12.00	26.0	13.4	0.6	22.3	4.5
9.40	13.00	22.0	14.4	0.8	18.0	5.6
9.60	12.00	24.0	13.4	0.8	16.8	6.0
9.80	11.00	23.0	12.4	0.7	17.7	5.6
10.00	13.00	23.0	14.4	0.7	20.6	4.9
10.20	12.00	22.0	13.5	0.5	27.0	3.7
10.40	13.00	21.0	14.5	0.5	29.0	3.4
10.60	11.00	19.0	12.5	0.4	31.3	3.2
10.80	11.00	17.0	12.5	0.8	15.6	6.4
11.00	14.00	26.0	15.5	0.7	22.1	4.5
11.20	15.00	26.0	16.7	0.8	20.9	4.8
11.40	17.00	29.0	18.7	1.0	18.7	5.3
11.60	22.00	37.0	23.7	1.0	23.7	4.2
11.80	26.00	41.0	27.7	1.3	21.3	4.7
12.00	27.00	46.0	28.7	1.5	19.1	5.2
12.20	24.00	47.0	25.8	1.5	17.2	5.8
12.40	22.00	45.0	23.8	0.9	26.4	3.8
12.60	21.00	35.0	22.8	0.6	38.0	2.6
12.80	19.00	28.0	20.8	0.7	29.7	3.4
13.00	17.00	28.0	18.8	0.6	31.3	3.2
13.20	14.00	23.0	15.9	0.7	22.7	4.4
13.40	11.00	22.0	12.9	0.7	18.4	5.4
13.60	14.00	25.0	15.9	0.6	26.5	3.8
13.80	18.00	27.0	19.9	0.8	24.9	4.0
14.00	16.00	28.0	17.9	0.9	19.9	5.0
14.20	15.00	29.0	17.1	0.6	28.5	3.5
14.40	17.00	26.0	19.1	0.8	23.9	4.2
14.60	19.00	31.0	21.1	0.9	23.4	4.3
14.80	21.00	34.0	23.1	0.8	28.9	3.5
15.00	17.00	29.0	19.1	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	31.1	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	terreno vegetale
11.40	16.3	0.8	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi
12.80	24.8	1.1	2.0	Incoerente-Coesivo	argilla limosa
15.00	18.3	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	limi argilloso sabbiosi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT_7

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.60	31.1	1.0	1.50	1.86	2.07	1.83	1.63	1.56
Strato 2	11.40	16.3	0.8	0.76	1.05	1.01	0.89	0.80	0.81
Strato 3	12.80	24.8	1.1	1.14	1.43	1.50	1.32	1.18	1.24
Strato 4	15.00	18.3	0.7	0.82	1.06	1.04	0.92	0.82	0.91

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.60	31.1	1.0	77.75	62.20	93.30	93.30
Strato 2	11.40	16.3	0.8	81.50	47.82	97.80	48.90
Strato 3	12.80	24.8	1.1	62.00	49.60	74.40	74.40
Strato 4	15.00	18.3	0.7	91.50	45.43	109.80	54.90

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.60	31.1	1.0	>9
Strato 2	11.40	16.3	0.8	0.59
Strato 3	12.80	24.8	1.1	<0.5
Strato 4	15.00	18.3	0.7	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Meyerhof	2.05
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Meyerhof	1.93
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Meyerhof	2.00
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Meyerhof	1.94

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Meyerhof	2.13
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Meyerhof	2.01
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Meyerhof	2.08
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Meyerhof	2.02

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertman n 1976	Schmertman n	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0.60	31.1	1.0	72.68	100	99.54	73.56	100
Strato 2	11.40	16.3	0.8	20.54	16.11	20.18	20.99	11.38
Strato 3	12.80	24.8	1.1	< 5	14.77	19.67	24.12	5
Strato 4	15.00	18.3	0.7	< 5	< 5	6.06	13.52	5

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0.60	31.1	1.0	43.56	40.8	38.37	35.65	42	45	42.32	30.96
Strato 2	11.40	16.3	0.8	29.76	25.81	22.62	21.27	30.26	32.59	22.73	24.32
Strato 3	12.80	24.8	1.1	28.98	24.81	21.57	20.31	30.07	31.26	22.48	28.14
Strato 4	15.00	18.3	0.7	26.93	22.65	19.3	18.23	28.7	27.98	21.96	25.22

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	77.75	62.20	124.40
Strato 2	11.40	16.3	0.8	40.75	32.60	229.29
Strato 3	12.80	24.8	1.1	62.00	49.60	352.84
Strato 4	15.00	18.3	0.7	45.75	36.60	281.82

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0.60	31.1	1.0	80.64	121.99	247.83	62.20	93.30
Strato 2	11.40	16.3	0.8	20.77	63.94	110.39	32.60	81.50
Strato 3	12.80	24.8	1.1	26.48	97.28	169.66	49.60	124.00
Strato 4	15.00	18.3	0.7	20.54	71.78	113.01	36.60	91.50

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0.60	31.1	1.0	>9	>9	<0.5	>9
Strato 2	11.40	16.3	0.8	0.59	>9	<0.5	3.19
Strato 3	12.80	24.8	1.1	<0.5	7.28	<0.5	2.22
Strato 4	15.00	18.3	0.7	<0.5	4.24	<0.5	1.23

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Meyerhof	1.80
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Meyerhof	1.80
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Meyerhof	2.10
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Meyerhof	2.10
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Meyerhof	2.10

Permeabilità

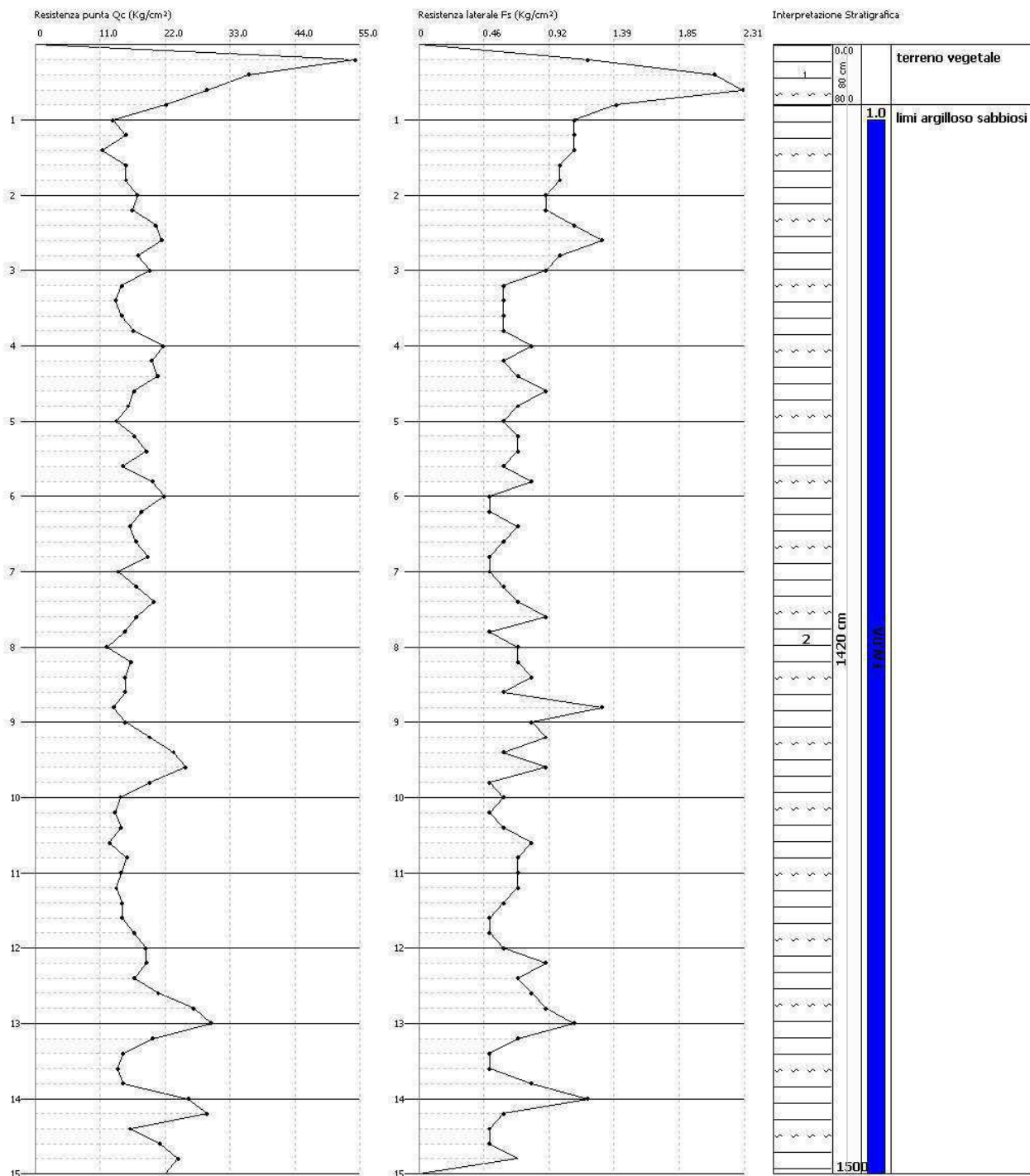
	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.60	31.1	1.0	Piacentini-Righi 1988	2.499776E-06
Strato 2	11.40	16.3	0.8	Piacentini-Righi 1988	1.654887E-09
Strato 3	12.80	24.8	1.1	Piacentini-Righi 1988	8.958191E-09
Strato 4	15.00	18.3	0.7	Piacentini-Righi 1988	2.33356E-07

DIAGRAMMI LETTURE-STRATIGRAFIE

Probe CPT - Cone Penetration CPT_1
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

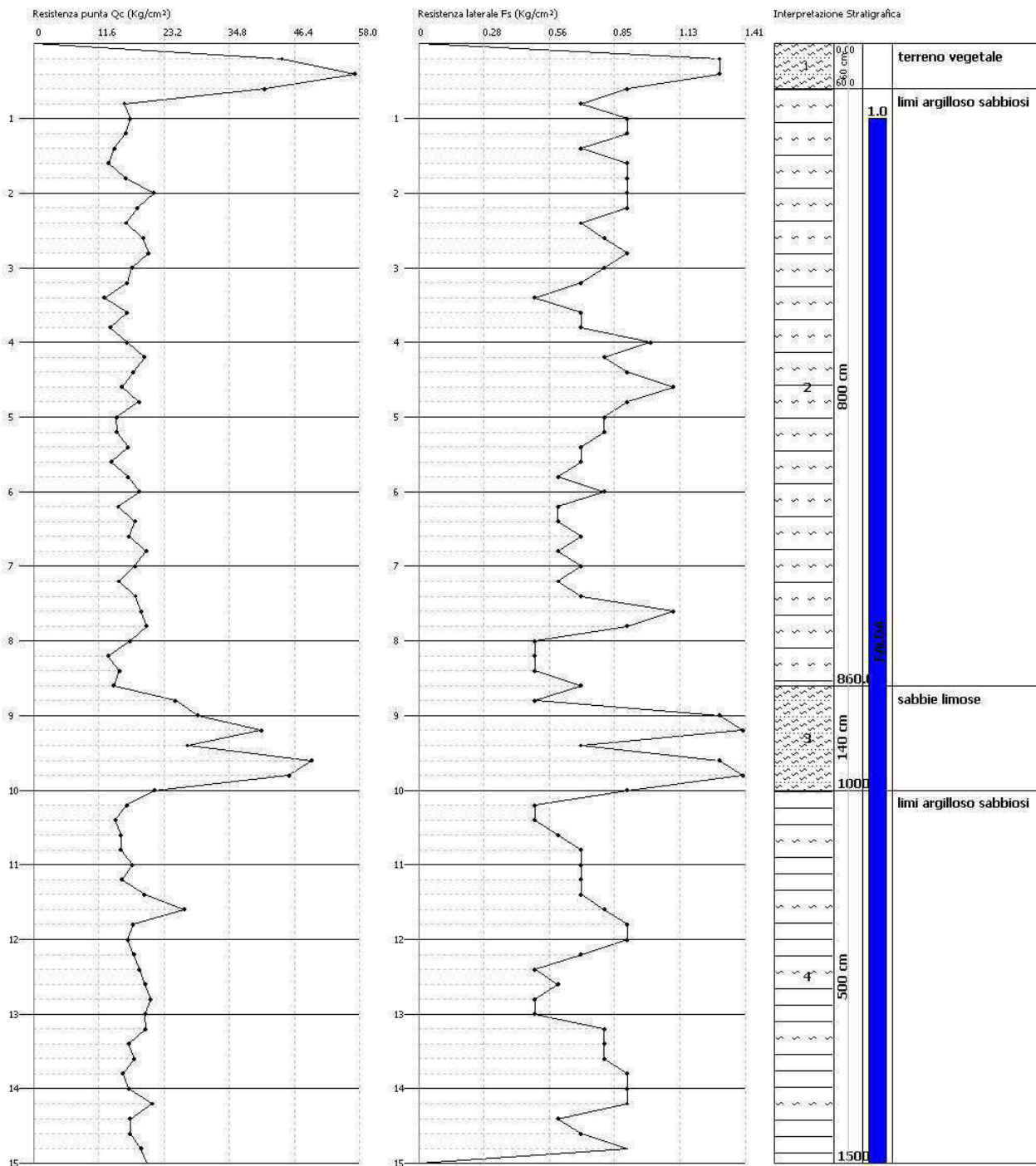
Data: 26/06/2013



Probe CPT - Cone Penetration CPT_2
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

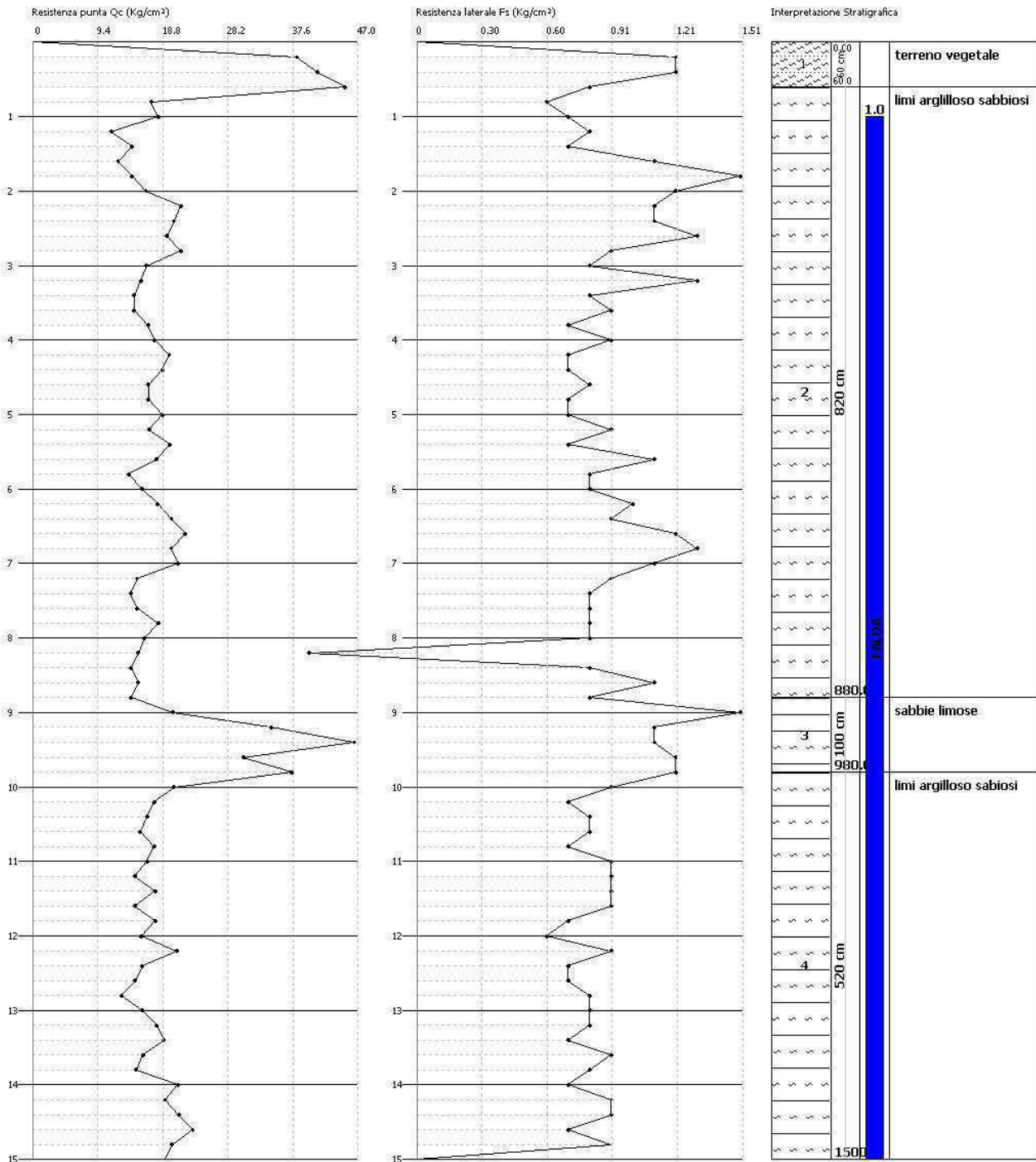
Data: 26/06/2013



Probe CPT - Cone Penetration CPT_3
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

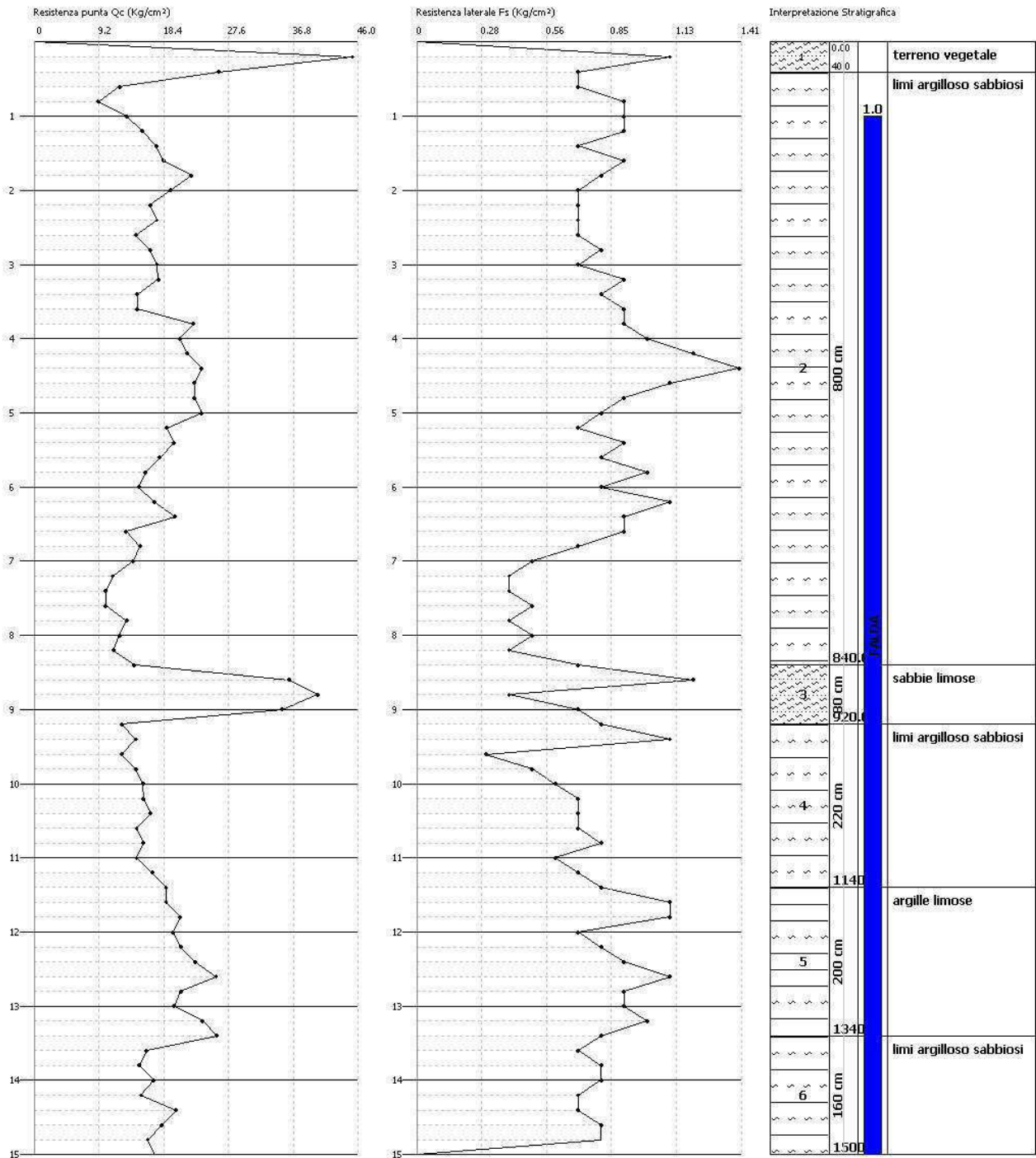
Data: 26/06/2013



Probe CPT - Cone Penetration CPT_4
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

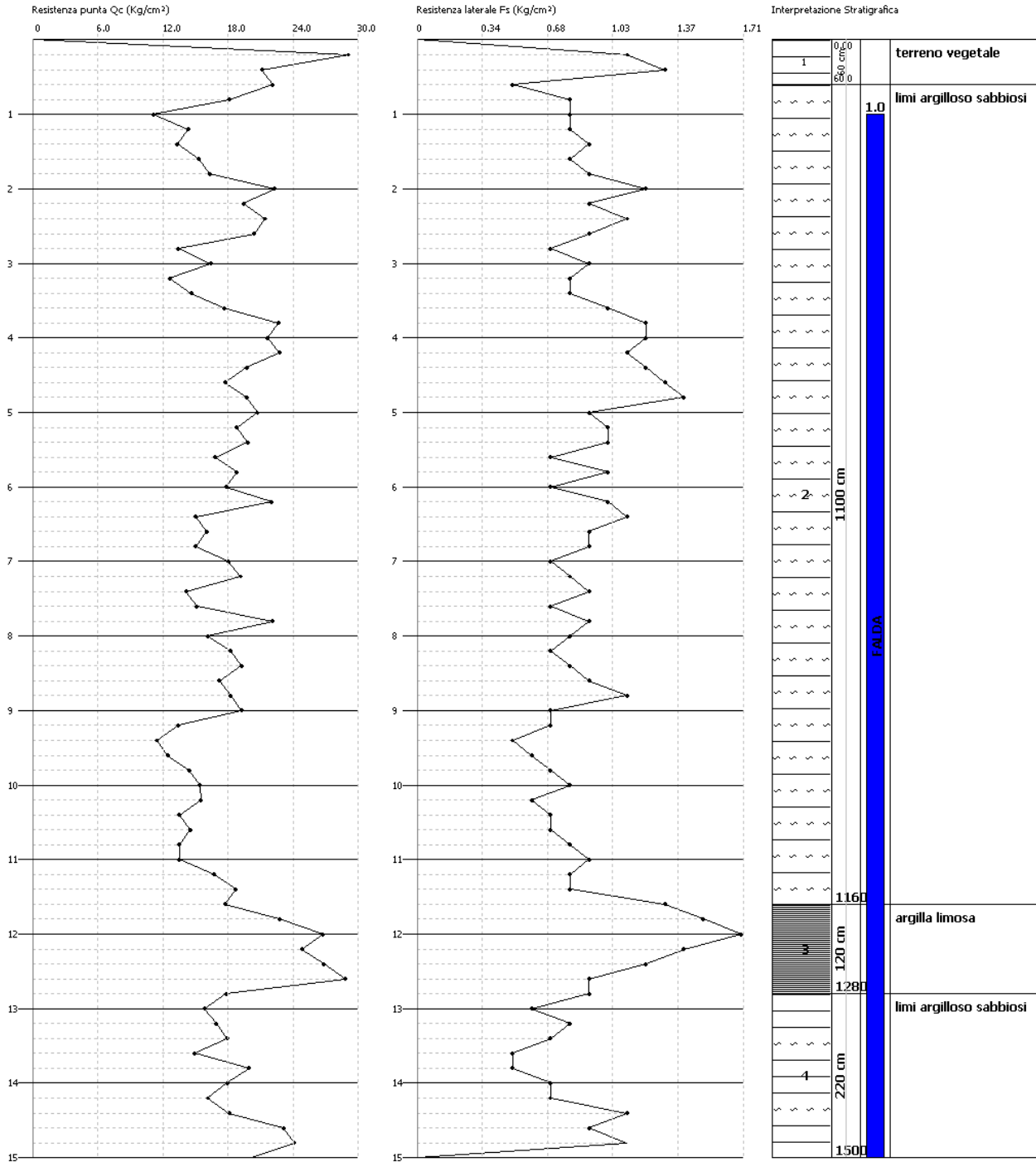
Data: 26/06/2013

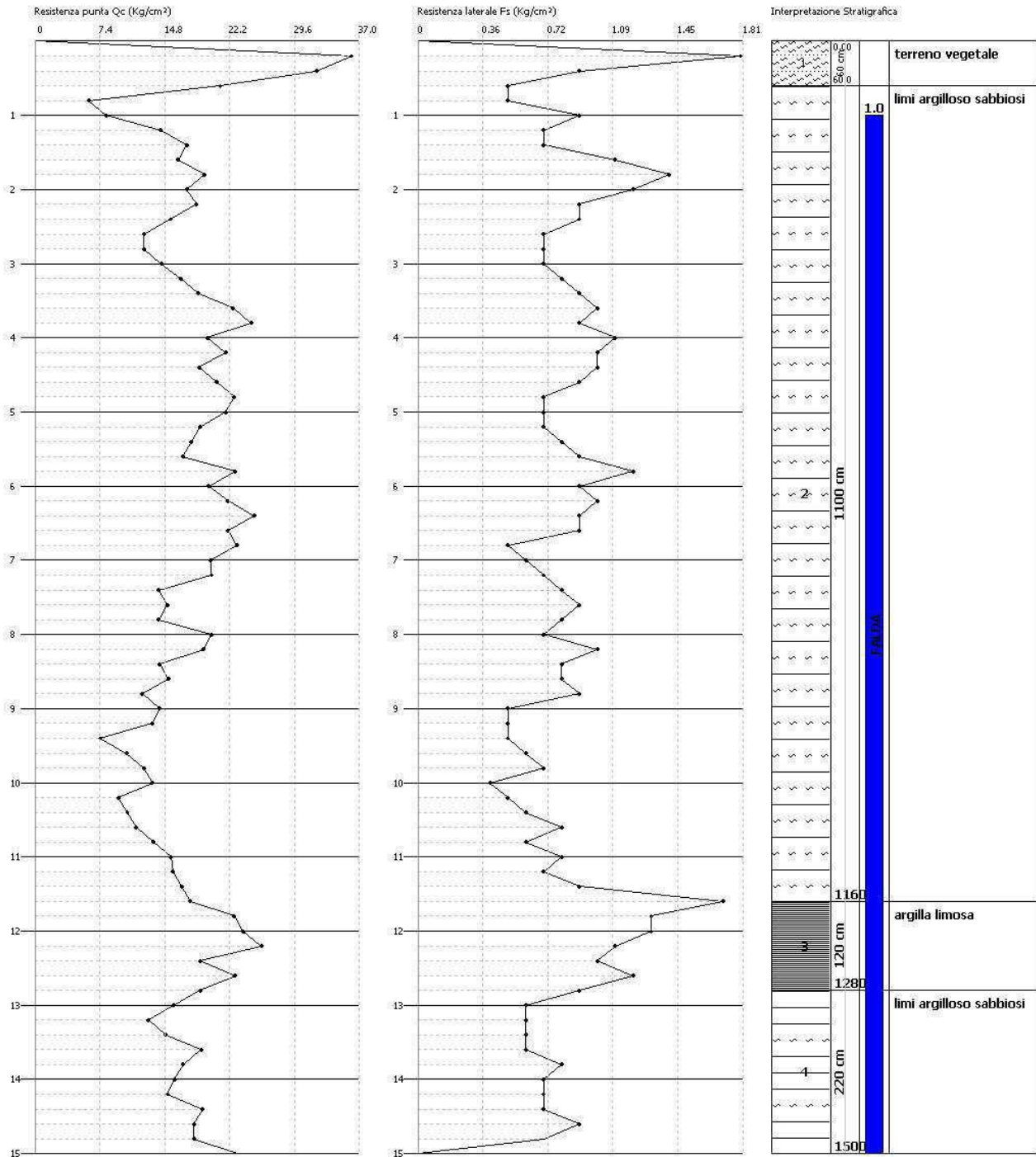


Probe CPT - Cone Penetration CPT_5
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Data: 27/06/2013

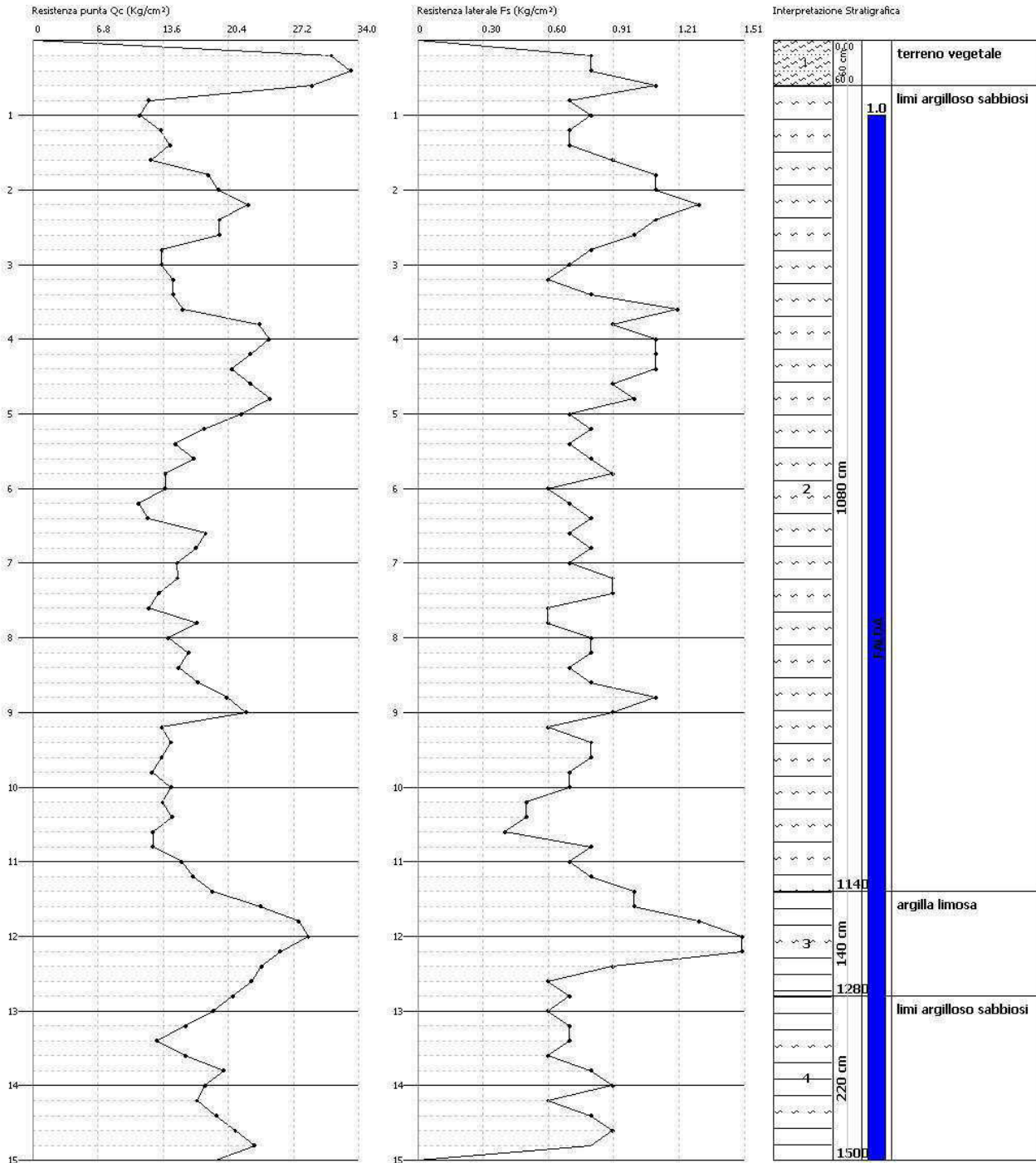




Probe CPT - Cone Penetration CPT_7
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GAVIOLI STEFANO
 Cantiere: PIAN PARTICOLAREGGIATO
 Località: S. MARINO DI CARPI (MO)

Data: 27/06/2013



Elaborazione indagini sismiche a rifrazione con elaborazione tomografica (V_p+V_s) effettuate in località S. Marino di Carpi (MO), per un piano particolareggiato.

Dettaglio e scopo delle indagini:

La finalità dell'intervento è quella di ricostruire la stratigrafia sismica locale, in particolare evidenziando livelli lenti e determinando le V_s 30..

A tale scopo è stata effettuata una doppia linea sismica a rifrazione di 96m.l. (4x23 +4 m.l. per gli end shots) secondo la planimetria allegata. L'indagine è avvenuta con sismografo 24 canali, energizzazione con mazza battente verticale. Lo studio ha permesso di determinare la stratigrafia "sismica" locale per circa 30 m di profondità.

Note sulla metodologia d'intervento

Il rilievo sismico a rifrazione consente di valutare la compattezza dei materiali sulla base della velocità di propagazione delle onde elastiche compressionali. In sostanza il metodo si basa sulla misura dei tempi di percorrenza, e sullo studio delle modalità di propagazione, di impulsi sismici generati artificialmente nel terreno (shots).

Operativamente si dispongono sul terreno dei sensori (geofoni) lungo i profili da indagare e si sollecita il terreno in posizioni predeterminate lungo i profili stessi. La consistenza dei materiali e gli spessori dei diversi orizzonti costituenti il sottosuolo è quindi determinata dalla misura dei tempi di arrivo degli impulsi sismici, rifratti, ai geofoni.

Nel caso specifico è stata utilizzata una stesa di 24 geofoni equispaziati di metri 4; la registrazione degli impulsi sismici è stata effettuata con un sismografo digitale ECHO 12-24 2002, ad incremento di segnale e con stacking delle singole tracce per aumentare il rapporto segnale/rumore. L'energizzazione verticale è avvenuta con mazza di 8 kg su piattello metallico, quella orizzontale (orientata per le SH) su traversa in teflon zavorrata al suolo con penetrometro di 1300 kg.

In tutti i casi i punti di scoppio (shots) sono stati 7, secondo la seguente geometria:

PROFILI 1 e 2

- P1 = a 2.0 m dal geofono 1
- P2 = tra i geofoni 4 e 5
- P3 = tra i geofoni 8 e 9
- P4 = tra i geofoni 12 e 12
- P5 = tra i geofoni 16 e 17
- P6 = tra i geofoni 20 e 21
- P7 = 2 m oltre il geofono 24

Cenni sulla tomografia sismica paragonata alla rifrazione tradizionale

La **sismica a rifrazione** si serve di onde elastiche indotte artificialmente e che viaggiano a differente velocità a seconda della natura dei terreni attraversati.

Vengono generate onde compressionali-dilatazionali (longitudinali o “P”) e di taglio (trasversali o “S”) e si misura il tempo che esse impiegano a percorrere il percorso tra il punto di scoppio ed i geofoni. In questo percorso esse vengono rifratte (legge di Snell) in corrispondenza delle discontinuità stratigrafiche s.l. (cambio di densità, modulo elastico, ecc.) con il vincolo di avere incrementi di densità-velocità con la profondità.

In questo modo si ottengono, individuati i primi arrivi, le curve caratteristiche tempo-percorso (dromocrone) dalle quali si ottengono poi i profili delle V_p e V_s desiderati.

Oltre all’incapacità di evidenziare le inversioni di velocità, la sismica a rifrazione classica è condizionata dalla presenza della falda (per le onde longitudinali), dalla bassa risoluzione (funzione della spaziatura tra i geofoni) e dalla “zona d’ombra” (in pratica vengono discriminate differenti unità sismiche o sismostrati con nette variazioni di velocità, trascurando quelle con velocità intermedia).

Grazie **all’elaborazione tomografica** si ottiene invece un modello del sottosuolo molto più dettagliato, con risoluzione maggiore e capace di mettere alla luce le inversioni di velocità e variazioni laterali. Condizione fondamentale è la qualità del segnale in fase di acquisizione, oltre al numero di dati (aumentando gli shots aumenta il potere risolutivo, sempre in funzione della distanza tra i geofoni).

Per l’elaborazione si parte sempre dai primi arrivi (picking) e si ricostruisce il modello di velocità con processi iterativi, sino ad avere una buona corrispondenza tra i primi arrivi calcolati e quelli misurati.

Non si utilizzano le dromocrone ma le “eikonali”, particolari traiettorie d’onda curvilinee che vengono calcolate con la metodologia definita WET (wavepath eikonal travelttime), che sfrutta il calcolo agli elementi finiti delle equazioni di propagazione delle onde.

Si ottiene un’immagine del terreno non suddiviso in strati ma in zone a differente velocità, con variazione continua e quasi puntuale, legata alla grandezza delle celle utilizzate nella modellazione-inversione tomografica (ad ogni cella viene attribuito un valore di velocità, a partire da un gradiente di velocità iniziale).

Il limite principale di tale tecnica di elaborazione è l’incapacità di individuare rifrattori inclinati, che in genere vengono rappresentati come eteropie laterali.

Analisi dei risultati

Dall'interpretazione delle dromocrone ricavate dai dati acquisiti in campagna, effettuata con il metodo dell'inversione tomografica (WET, 50 iterazioni), è stata ricavata la velocità delle onde compressionali dei terreni investigati.

Le sezioni sismiche tomografiche seguenti, mostrano una situazione piuttosto omogenea, in accordo con i dati penetrometrici e la geologia locale.

E' possibile distinguere 3 unità sismiche:

- **unità superficiale**, di addensamento basso, con velocità sismica variabile ma inferiore ai 600 m/s; lo spessore costante di circa 2.
- **unità intermedia**, di consistenza medio-bassa, con velocità delle onde P di circa 900-1400 m/s e letto a circa 8 m di profondità, con massimo di 10 sotto lo shot 2 del profilo 1.
- **unità di fondo**, di consistenza medio-alta e caratterizzata da $1400 < V_p < 1800$ m/s e letto posto ad una profondità superiore a quella raggiunta dal profilo sismico. In accordo con le penetrometrie effettuate sullo stesso sito, si ha un maggiore addensamento ad inizio profilo 2.

CALCOLO VS30

La determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m dal piano campagna, è stata effettuata in n. 5 verticali, una per ogni lotto, con analoghi risultati:

$$Vs30_I = 30 / (3/120 + 11/240 + 16/360) = 260 \text{ m/s}$$

$$Vs30_{II} = 30 / (2.5/120 + 11.5/240 + 15.5/360) = 259 \text{ m/s}$$

$$Vs30_{III} = 30 / (3/120 + 13/240 + 14/360) = 254 \text{ m/s}$$

$$Vs30_{IV} = 30 / (2/120 + 12/240 + 16/320) = 267 \text{ m/s}$$

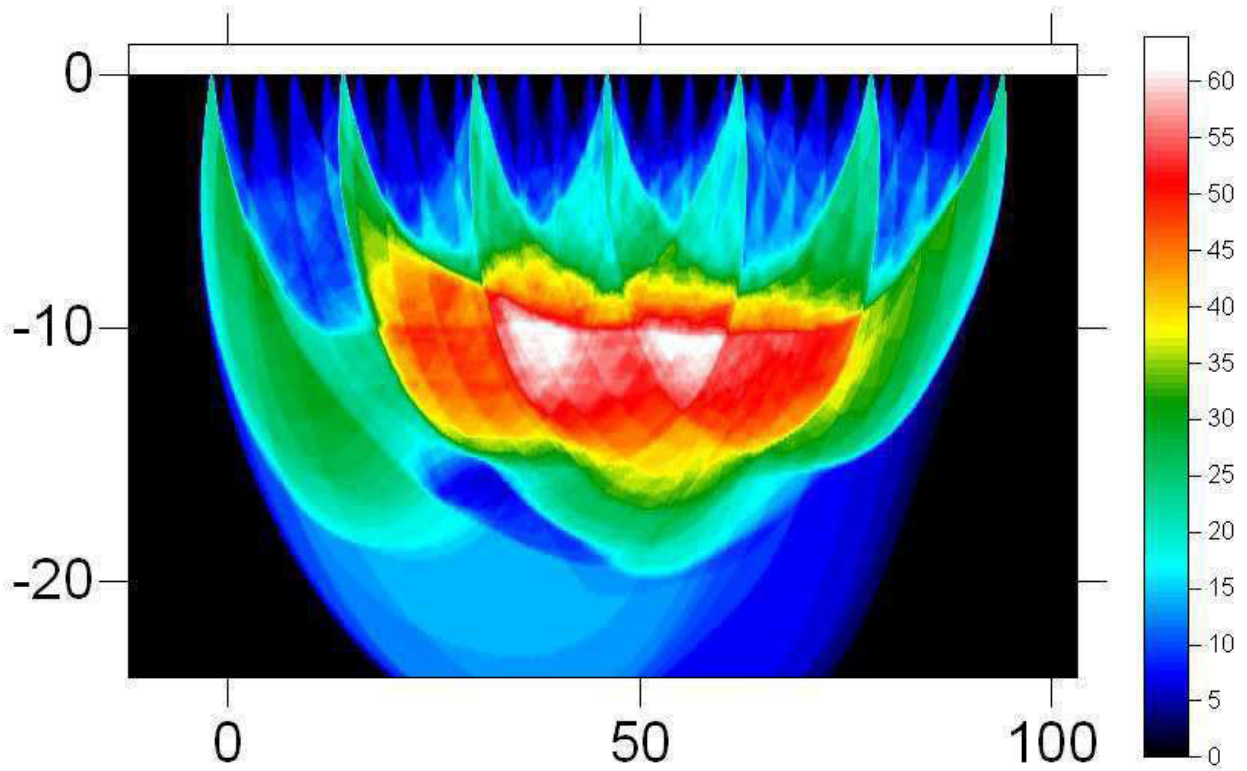
$$Vs30_V = 30 / (2.5/120 + 11/240 + 16.5/360) = 254 \text{ m/s}$$

- Formula utilizzata:

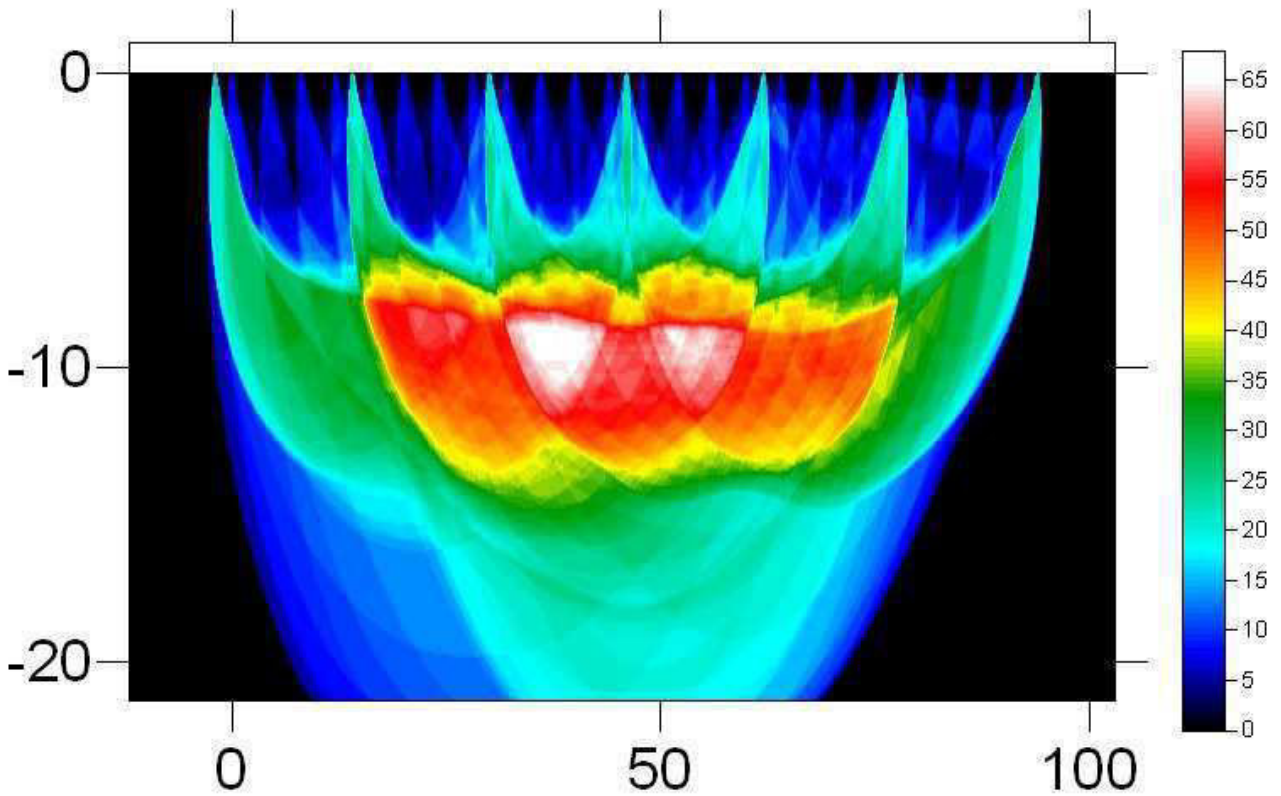
$$Vs30 \text{ (m/s)} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}} \quad \text{con } h_i = \text{spessore } i\text{-esimo strato}$$

$v_i = \text{velocità onda di taglio nell' } i\text{-esimo strato}$

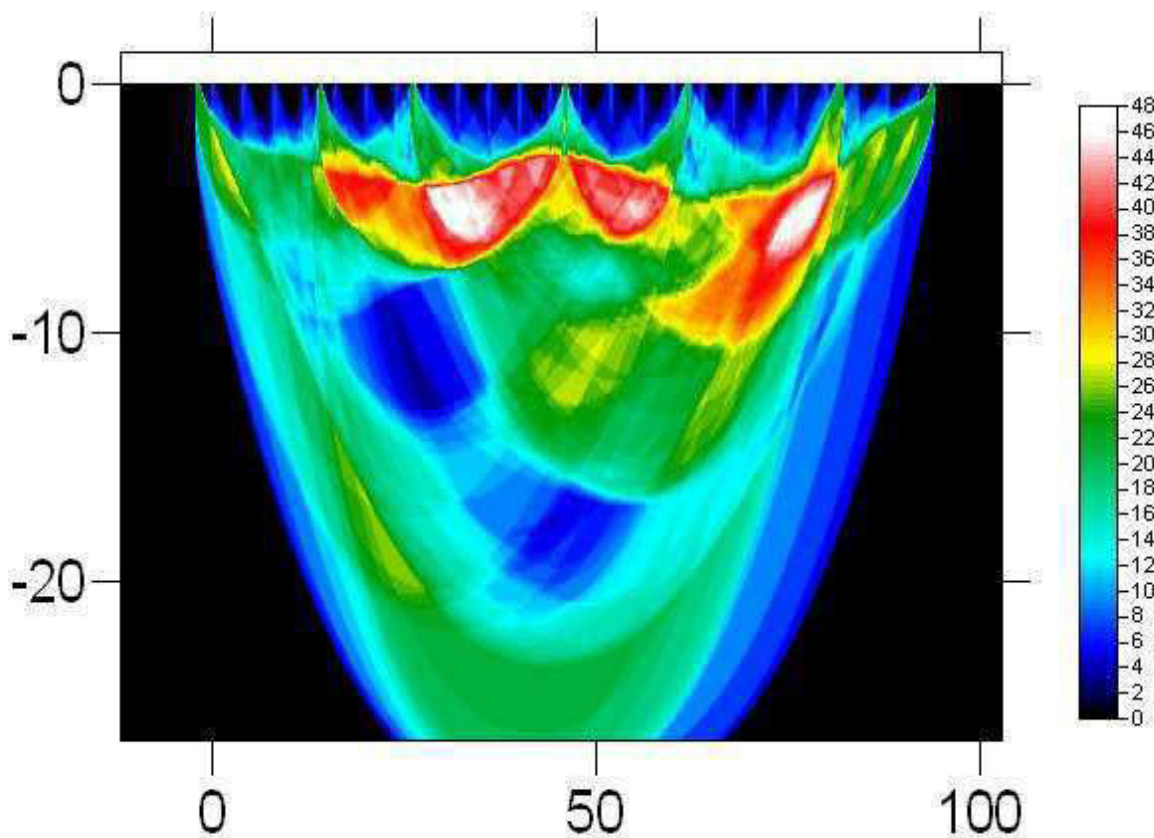
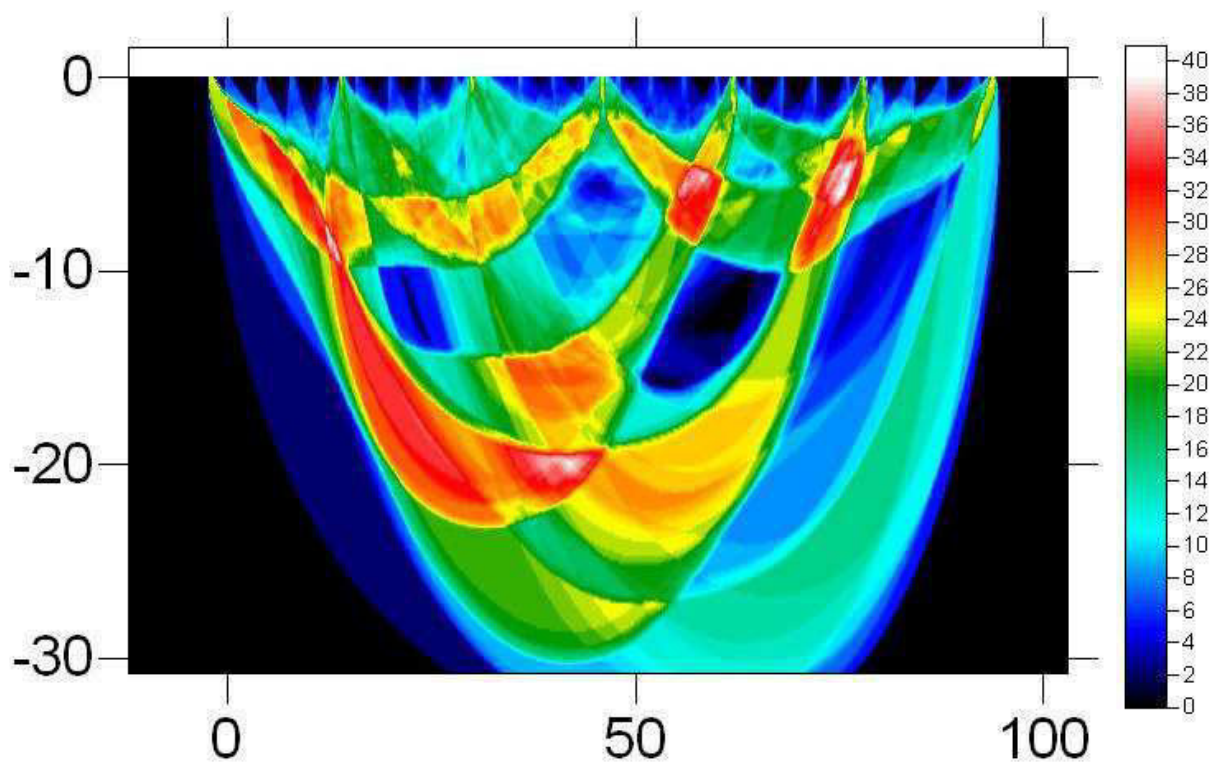
DENSITA' RAGGI ONDE P, LINEA 1



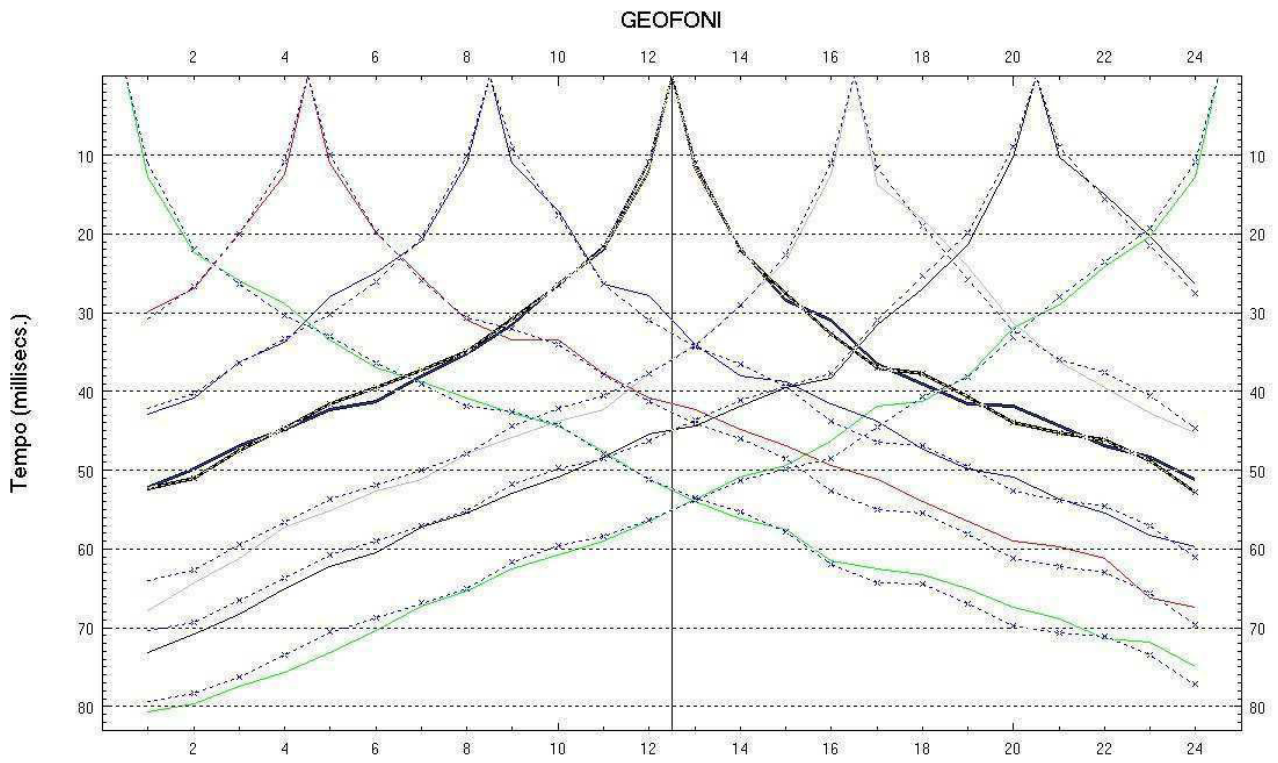
DENSITA' RAGGI ONDE P, LINEA 2



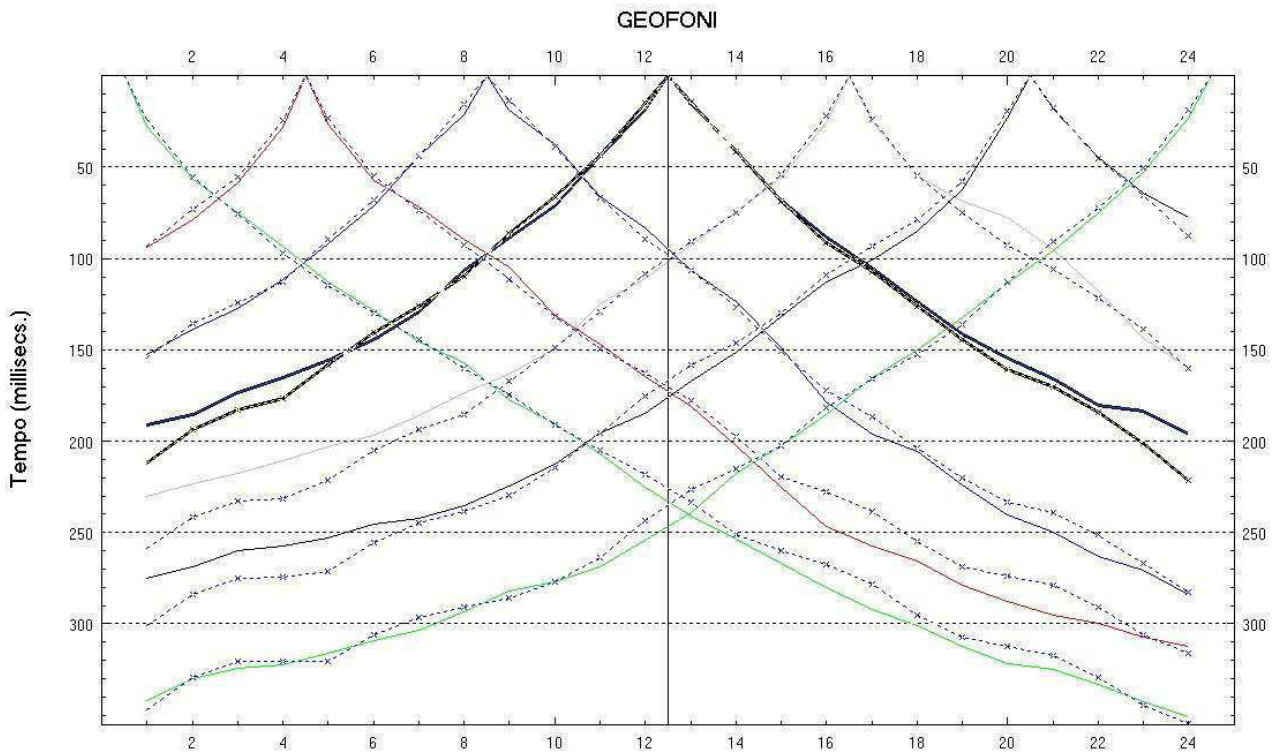
DENSITA' RAGGI ONDE SH, LINEA 1



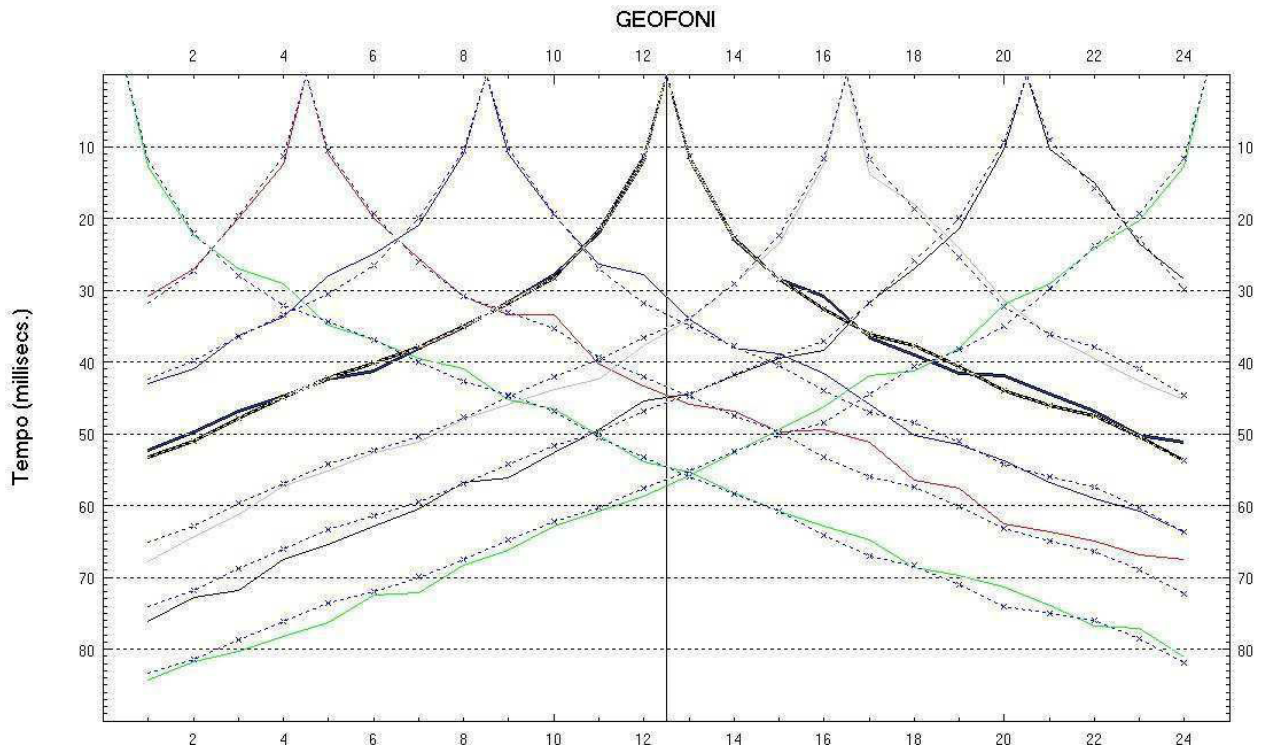
DROMOCRONE ONDE P, LINEA 1



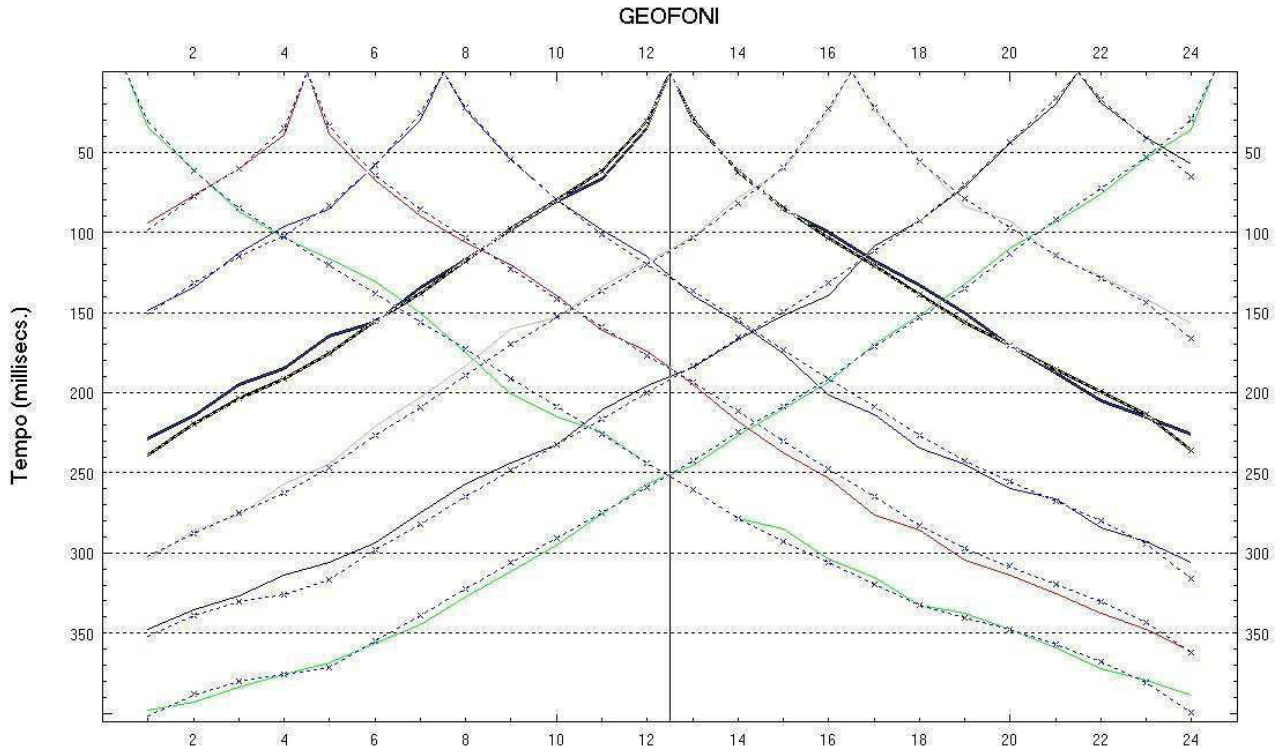
DROMOCRONE ONDE SH, LINEA 1



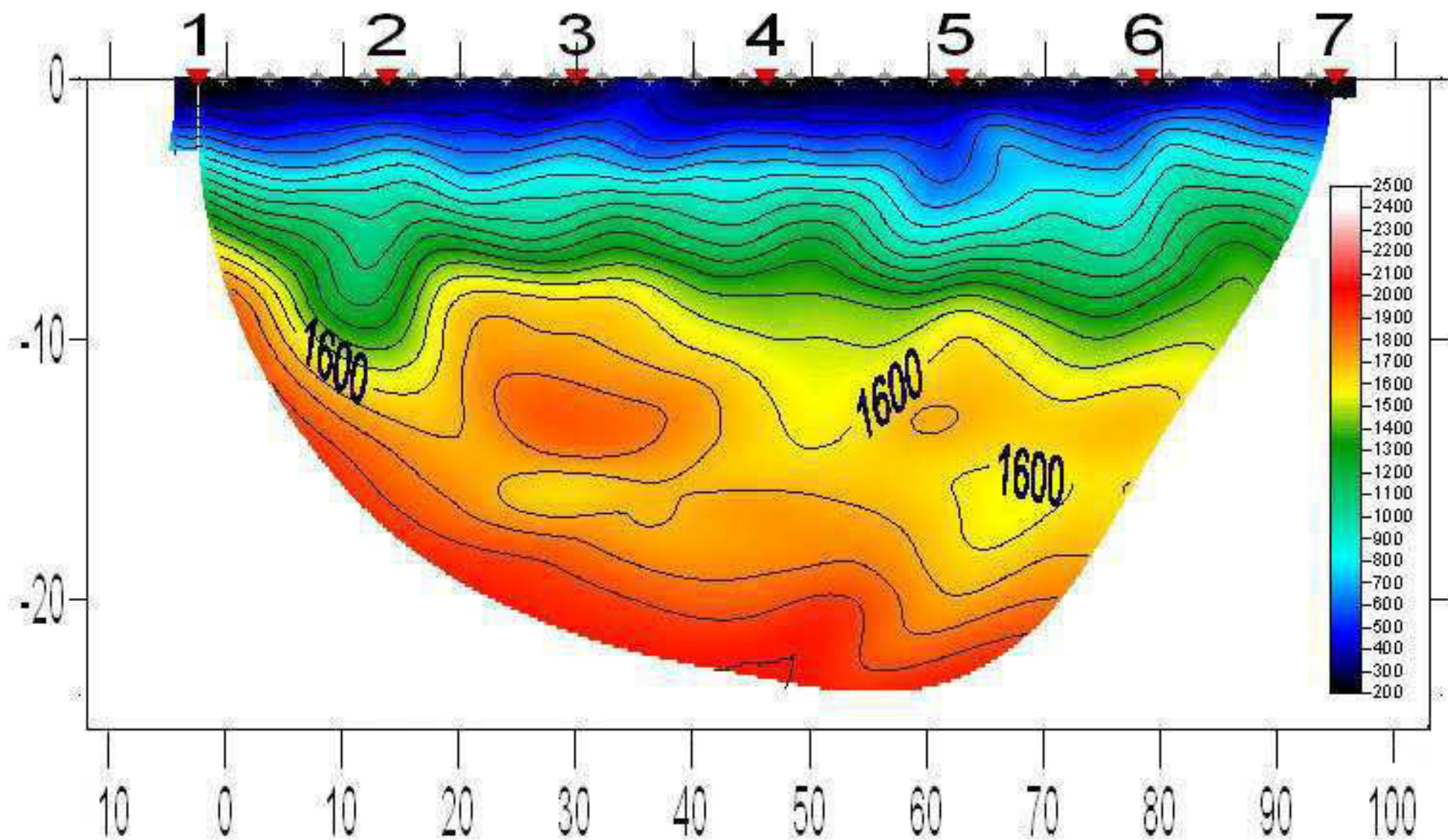
DROMOCRONE ONDE P, LINEA 2



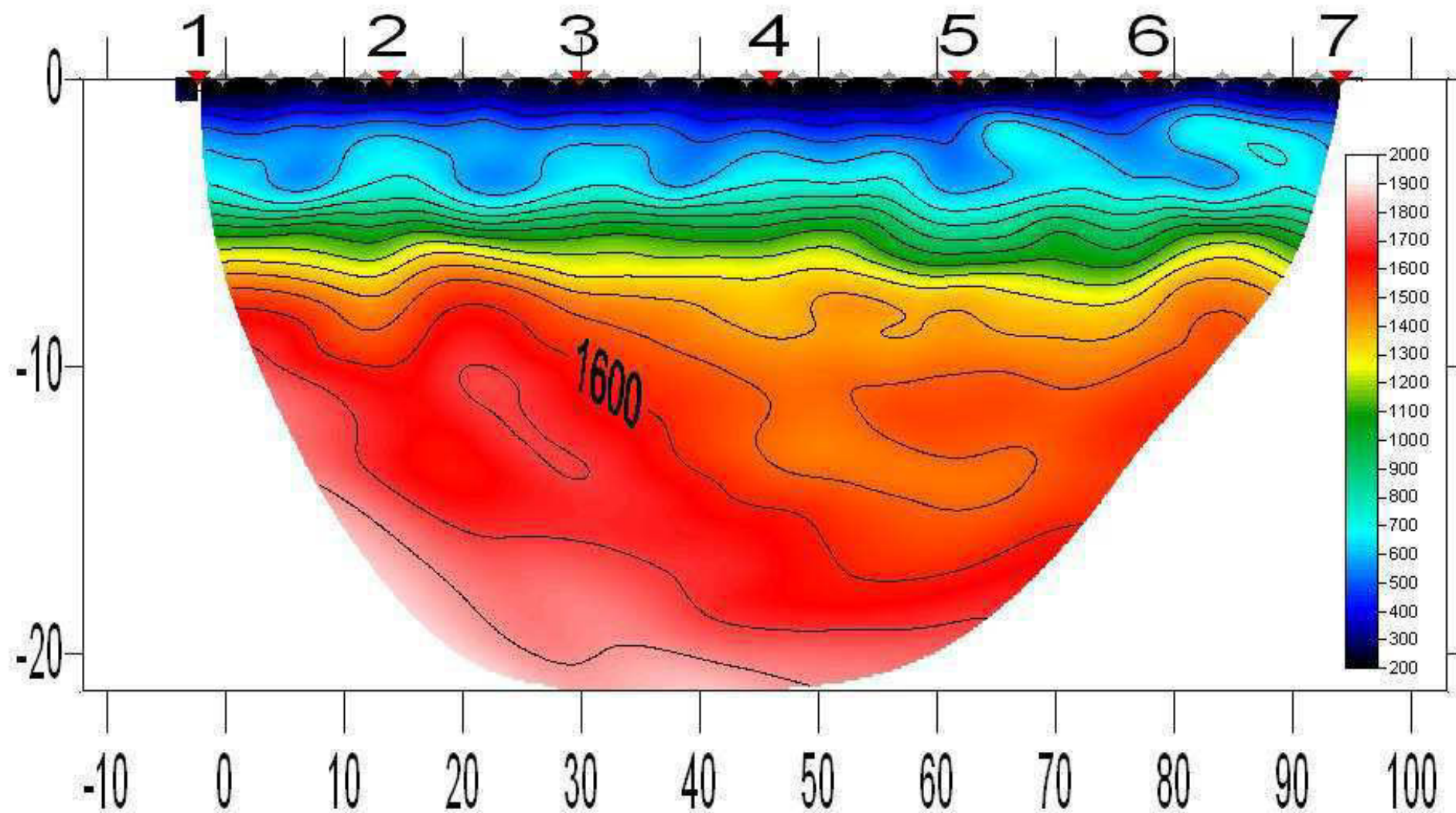
DROMOCRONE ONDE SH, LINEA 2



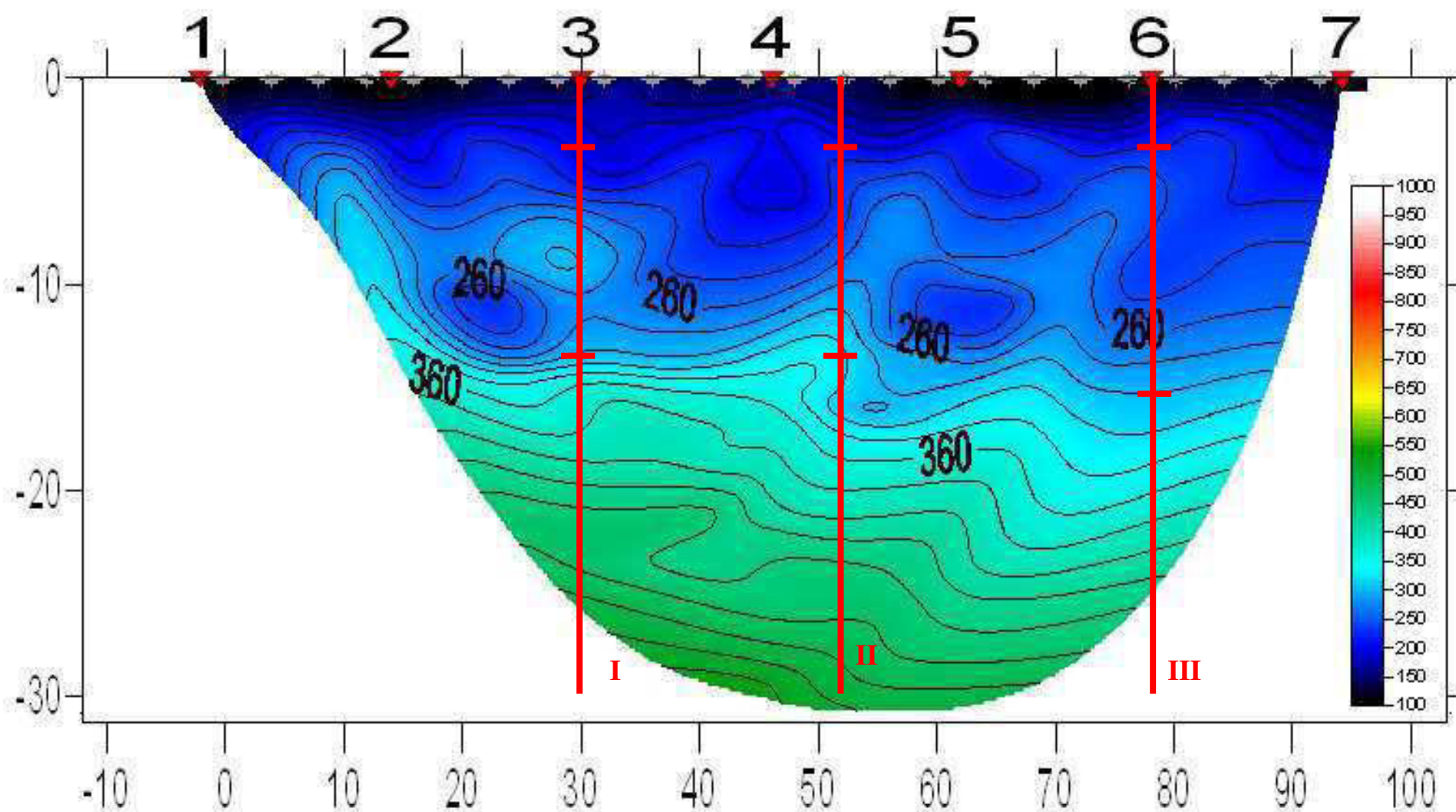
SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P, PROFILO 1



SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE P, PROFILO 2

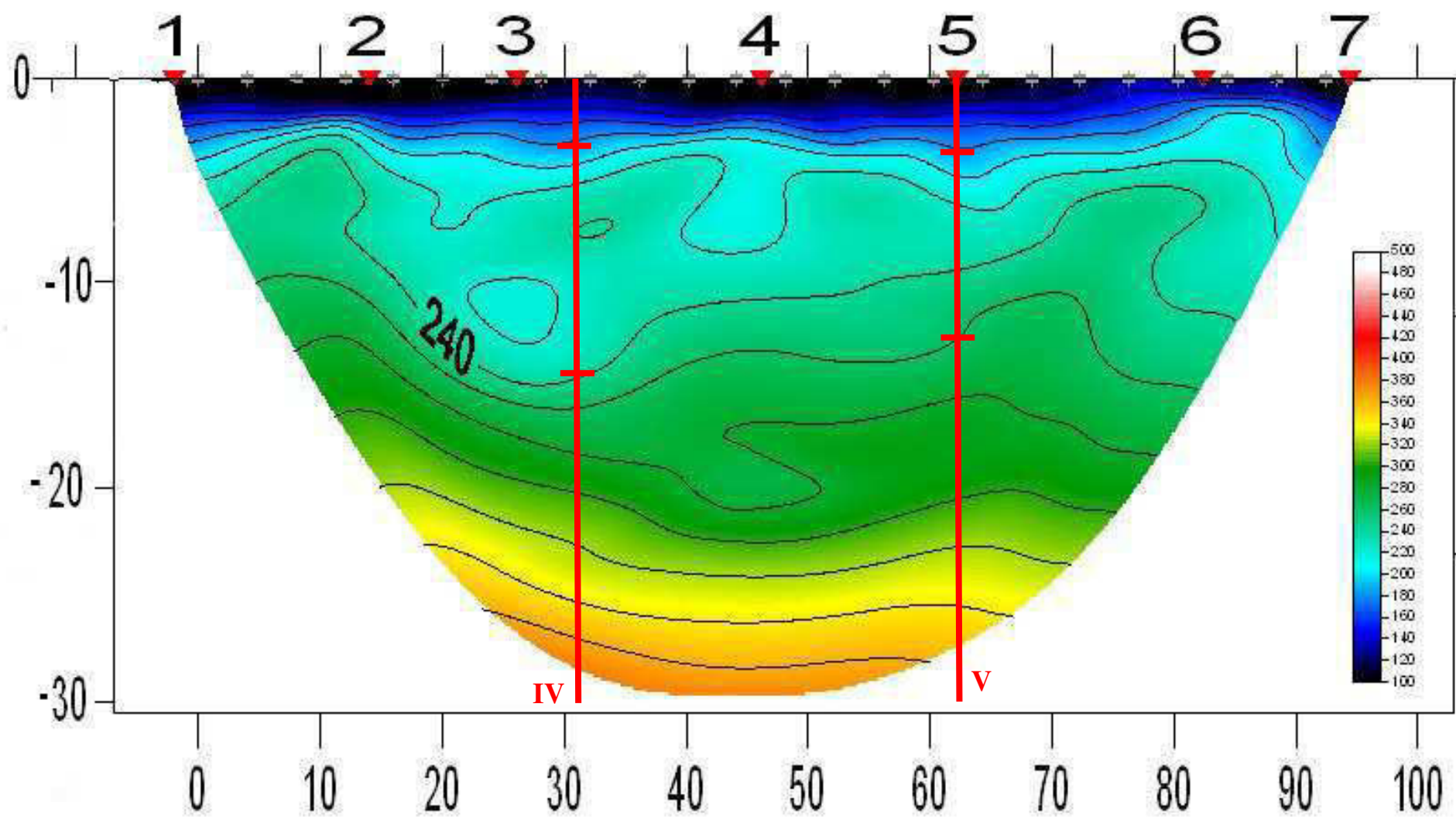


SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH, PROFILO 1



$Vs_{30_I} = 260$ m/s; $Vs_{30_{II}} = 259$ m/s; $Vs_{30_{III}} = 254$ m/s

SEZIONE TOMOGRAFICA ONDE SH, PROFILO 2



$V_{s30_{IV}} = 257 \text{ m/s}$; $V_{s30_V} = 254 \text{ m/s}$