

INDAGINE GEOFISICA

INDAGINE GEOFISICA DI APPROFONDIMENTO ESEGUITA IN VIA EMILIA LEVANTE COMUNE DI FAENZA

COMMITTENTE:

BEACH PARK s.r.l.

Via Canal Grande, 228

FAENZA (Ra)



ANDREATTA Dr. GIANCARLO

Studio di Geologia Tecnica

Via XXV Aprile, 140

CASTELBOLOGNESE (RA)

Tel. 0546/656362-333/2209149

INDICE

a. PREMESSA *pag. 3*

b. PROVA GEOFISICA DOWN HOLE *pag. 3*

ALLEGATI:

- Carta ubicazione prove *scala 1:2.000*

- Calcolo delle $V > s_{30}$

- Relazione geofisica

a. PREMESSA

Su richiesta della Società **BEACH PARK** via **Canal Grande n° 228** comune di Faenza (Ra), è stata eseguita un'indagine geofisica di approfondimento allo scopo di dettagliare la caratterizzazione del sottosuolo in via Emilia Levante comune di **Faenza** per **n° 1 area di espansione sviluppo urbanistico – scheda n. 111** denominata **“Area di Via Emilia Levante n. 1”**.

Per questo studio sono state acquisite misure dirette e continue di Vs (velocità delle onde sismiche di taglio) tramite una prova Down Hole (DH) entro il foro di sondaggio, i cui dati vengono di seguito riportati in termini di Vs30 (velocità media delle onde sismiche di taglio riferita ai primi 30 metri di profondità).

b. PROVA GEOFISICA DOWN HOLE

- Stratigrafia.

E' stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di m. 32 circa (ditta GEONET di Imola) con conseguente preparazione del foro di sondaggio per la prova sismica in foro tramite cementazione e rivestimento in PVC.

La stratigrafia viene riportata in allegato e l'ubicazione è indicata in planimetria con un quadrato verde (DH) considerando che da m. 15-16 fino alla massima profondità investigata si sono riscontrate delle intercalazioni di sabbie-limose e ghiaie addensate con livelli di argille-limoso-sabbiose consistenti.

Utilizzando la relazione geofisica della ditta GeoExploration di Forl' allegata, supponendo un piano di posa a m. 1,0 di profondità, dalla prova down hole si ricava una velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri pari a $Vs30 = 350,35$ m/sec da cui si ottiene la **categoria del suolo di fondazione**:

C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m. 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $0,70 < cu_{30} < 2,5$ daN/cm² nei terreni a grana fina)

da cui derivano: coefficiente $S_s = 1,40$ e coefficiente $C_c = 1,56$ (per SLV).

Confermando il valore di **Vs30 = 350 (prova Down Hole)**, il Fattore di Amplificazione della tabella PIANURA 2 al valore corrispondente risultano:

- **F.A. per la P.G.A.** = **1,48.**
- **F.A. Intensità Spettrale (0.1s<To<0.5s)** = **1,70**
- **F.A. Intensità Spettrale (0.5s<To<1.0s)** = **2,28**

come già esposto nella precedente relazione geologica.

CastelBolognese 03.10.2012

Dott.Geol. Andreatta Giancarlo

LEGENDA:

-  Area di nuovo inserimento in progetto
-  Penetrometria statica con punta elettrica
-  Sondaggio a carotaggio continuo
-  Prova sismica passiva a postazione singola (Tromografo)
-  Prova MASW n° 2 (da PSC2009)
-  Prova geofisica Down Hole

CARTA DELLE
INDAGINI
GEOGNOSTICHE

Scala 1:2.000



COMUNE DI FAENZA (RA)

INDAGINE SISMICA IN FORO DOWNHOLE (DH)



RAPPORTO LAVORI



Via Costiera 3/A
47122 Forlì (FC)

Tel/Fax: 0543-782462
e-mail: info@geoexploration.net

Committente

Dott. Geol.
Giancarlo Andreatta

Via I Maggio, 75
4026 Imola (BO)

elaborato
1

revisione
1

data
02/10/2012

redatto
Ing. G. Mainardi

revisionato
Dott. Geol. D. Peraccini

verificato
Dott. A. E. Bracci

Sommario

1	INDICAZIONI GENERALI	2
2	NORMATIVA ANTISISMICA	3
3	RILIEVO SISMICO DOWNHOLE	5
3.1	CENNI TEORICI.....	5
3.2	MODALITÀ OPERATIVE.....	8
3.3	ELABORAZIONE DATI E VELOCITÀ SISMICHE.....	10
3.4	MODULI ELASTICI DINAMICI.....	11
4	ESITO DELL'INDAGINE DOWNHOLE	13

Appendici

APPENDICE 1

INDAGINE SISMICA DOWNHOLE NEL FORO DI SONDAGGIO S1 – ELABORATI

1 INDICAZIONI GENERALI

Su incarico del Dott. Geol. Giancarlo Andreatta è stato eseguito un rilievo sismico in foro mediante tecnica downhole (DH) nel foro di sondaggio meccanico perforato a rotazione e carotaggio continuo. L'indagine sismica è stata effettuata con onde di pressione P e di taglio S per una lunghezza complessiva di 32 metri lineari.

I dati sono stati elaborati mediante inversione tomografica delle velocità sismiche sul modello delle discontinuità geomeccaniche e litologiche ottenute dalla lettura della colonna stratigrafica di perforazione.

I valori delle velocità sismiche sono serviti per la definizione del profilo verticale di velocità (V_p e V_s), per il calcolo del parametro V_{s30} e per la stima dei parametri elastici dinamici dei terreni investigati..

L'acquisizione dei dati è stata effettuata nel giorno 1 ottobre 2012; le condizioni meteorologiche durante il rilievo sono state variabili, con temperatura media di 20 °C.

Segue una breve descrizione del metodo geofisico utilizzato e delle modalità esecutive della prospezione ed a conclusione del rapporto lavori, vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati riportati in Appendice 1.

2 NORMATIVA ANTISISMICA

Si ricorda che la caratterizzazione dei materiali mediante la tecnica in foro di tipo downhole, permettendo l'elaborazione di onde di taglio S, può soddisfare i requisiti relativi al D.M. per la classificazione sismica dei terreni locali. Si riportano quindi di seguito le categorie di suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B – Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

C – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).

S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori. Il sito verrà quindi classificato sulla base del valore di V_{s30} .

3 RILIEVO SISMICO DOWNHOLE

Come già premesso l'oggetto di quest'indagine geofisica è la prospezione sismica in foro di tipo downhole. Tale metodo sismico in foro permette di misurare direttamente le velocità delle onde sismiche di compressione (onde P) e di quelle di taglio (onde S) ottenute sul profilo di profondità lungo il foro.

Attraverso questo metodo è quindi possibile ottenere il profilo delle velocità delle onde S ricavando il parametro denominato Vs30 nonché, attraverso le onde P ed il dato medio di densità dei materiali interessati, ricavare alcuni importanti parametri di tipo geotecnico.

3.1 CENNI TEORICI

L'indagine sismica in foro di tipo downhole viene effettuata mediante l'utilizzo di una sorgente energizzante in superficie ed una sonda di ricezione in configurazione triassiale calata in foro (schema in Figura 1).

La sonda di ricezione triassiale è costituita da tre geofoni (uno verticale e due orizzontali posti ortogonalmente tra di loro). Uno specifico sistema di tipo elettromeccanico permette alla sonda di ancorarsi alle pareti del foro alle profondità stabilite. Il geofono verticale registra l'arrivo delle onde P, mentre i due geofoni orizzontali registrano l'arrivo delle onde S.

Nella tecnica downhole un sismografo registra il treno d'onda generato dalla sorgente ed arrivato al ricevitore calato in foro; ne risulta un sismogramma nel quale si possono individuare i tempi di arrivo delle onde dirette (onde P) e di taglio (onde S), a seconda di come viene direzionata l'energizzazione e del ricevitore utilizzato.

Dal risultante tempo di arrivo delle onde sismiche tramite il percorso diretto tra sorgente e ricevitore si può risalire alle velocità sismiche P ed S per quanto riguarda il terreno indagato, sino alla profondità raggiunta dalla sonda triassiale (Velocità sismica [m/s] = distanza sorgente-ricevitore [m] / tempo di percorrenza [millisecondi])

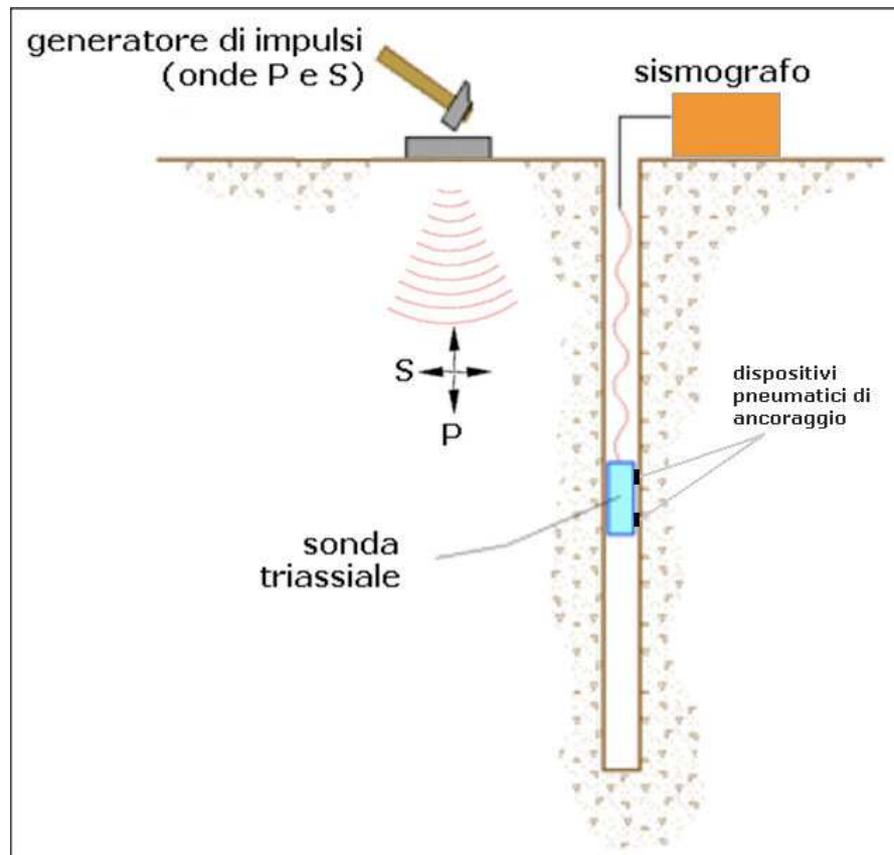


Figura 1- Schema del rilievo sismico in foro Downhole

La sorgente energizzante è costituita da una massa battente di 8 kg. Per la generazione delle onde P viene effettuata un'energizzazione verticale su piastra circolare mentre per la generazione delle onde S l'energizzazione è orizzontale su un lato o entrambi i lati di una particolare piastra posta sotto le ruote di un automezzo, il cui peso ha il compito di rendere la stessa più solidale col terreno in modo da trasmettere al meglio le onde di taglio generate.

Parte della strumentazione (sismografo e sonda triassiale) utilizzata in cantiere per il presente rilievo è mostrata in Foto 1 ed in Foto 2.



Foto 1 – Sismografo Geometrics Geode



Foto 2- Sonda triassiale

3.2 MODALITÀ OPERATIVE

La prova sismica downhole è stata effettuata nel foro S1 attrezzato con rivestimento di tubi in PVC del diametro di 80 mm (al momento delle misure il foro conteneva acqua dalla profondità di circa 7 metri).

I dati sono stati acquisiti dal piano campagna fino ad una profondità di 32 metri, con intervalli di un metro, utilizzando la seguente procedura:

- Ancoraggio della sonda triassiale, energizzazione verticale ed acquisizione della traccia sismica relativa alle onde P.
- Energizzazione orizzontale ed acquisizione delle tracce sismiche relative alle onde S.
- Memorizzazione dei dati, sblocco dell'ancoraggio della sonda triassiale e passaggio all'acquisizione successiva.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata con un'apparecchiatura Geometrics Geode a 24 canali con campionamento a 32 microsecondi e lunghezza di registrazione 125 millisecondi, su una banda di segnali aventi frequenze comprese fra 2 e 500 Hz (delimitata superiormente da un filtro taglia-alto).

Oltre alla sonda triassiale da foro sono stati posizionati sul terreno 3 geofoni per il controllo e la verifica del sincronismo del trigger (tempo zero dell'impulso sismico).

I dati acquisiti sono stati visualizzati su video in tempo reale per un controllo preventivo della bontà dell'acquisizione ed in seguito salvati su hard disk interno.

Ogni sismogramma è composto da n.6 tracce sismiche (vedi Foto 3) corrispondenti ad altrettanti canali così assegnati:

- canale n. 1: segnale acquisito dal geofono verticale (P)
- canale n. 2: segnale acquisito dal primo geofono orizzontale (S1)
- canale n. 3: segnale acquisito dal secondo geofono orizzontale (S2)
- canale n. 4: segnale relativo al primo geofono di controllo (punto di battuta)
- canale n. 5: segnale relativo al secondo geofono di controllo (boccaforo)
- canale n. 6: segnale relativo al terzo geofono di controllo (distanza 5 metri dal boccaforo)

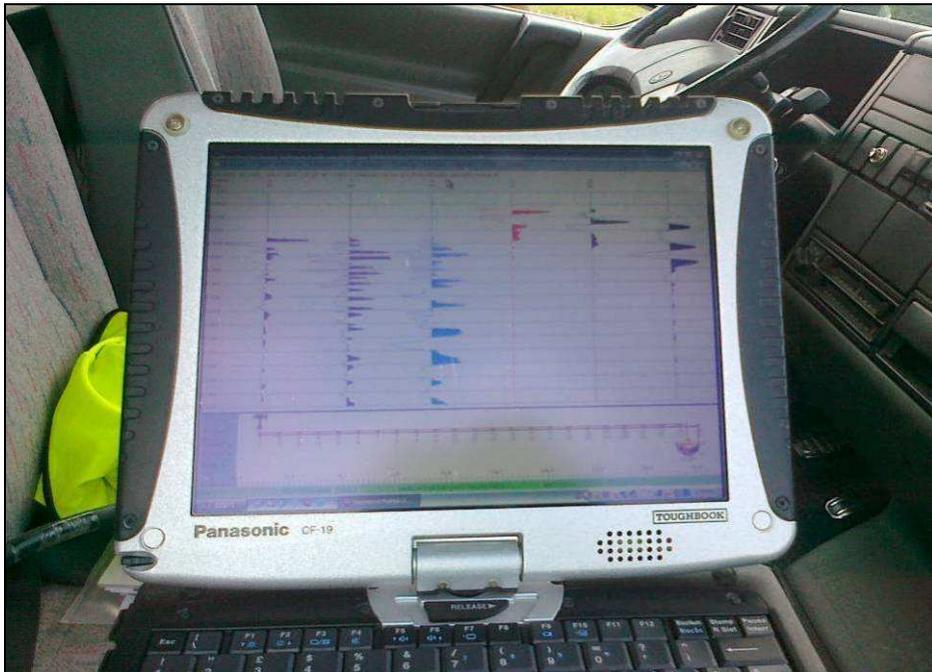


Foto 3- Tracce sismiche downhole

3.3 ELABORAZIONE DATI E VELOCITÀ SISMICHE

Attraverso uno specifico software per l'elaborazione dei dati sismici in foro le tracce sismiche relative alle onde P ed S di ogni sismogramma sono state separate e raggruppate in seguito in tre files distinti (uno per le onde P e due per onde S) contenenti tutte le tracce P o S alle diverse profondità. Dei due sismogrammi S è stato scelto quello col dato migliore, ovvero quello che al momento dell'acquisizione in foro era orientato nella posizione più favorevole.

In seguito si è proceduto alla lettura dei tempi di arrivo.

I due sismogrammi che raggruppano le registrazioni delle onde sismiche P ed S con le relative letture dei tempi di arrivo sono riportati in Appendice 1.

Una volta effettuata la lettura dei primi arrivi si è proceduto all'inversione dei dati con apposito software per ricavare i diagrammi relativi all'andamento delle velocità delle onde sismiche P ed S in profondità.

Un esempio della lettura dei tempi di arrivo per le onde sismiche P ed S è riportato in Figura 2 , mentre le velocità misurate ad ogni metro di profondità del foro ed i moduli elastici dinamici con i relativi grafici, sono riportati sempre in Appendice 1.

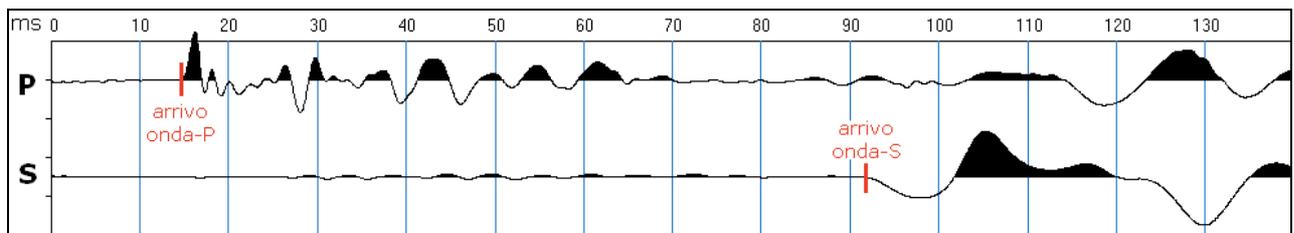


Figura 2 - Esempio di lettura dei tempi di arrivo per le onde sismiche P ed S

3.4 MODULI ELASTICI DINAMICI

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici, può essere utile fornire ulteriori parametri che la prova downhole è in grado di ricavare oltre ai dati delle velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p e V_s) nel sottosuolo.

I moduli elastici dinamici del terreno possono infatti contribuire ad una migliore definizione dei carichi e delle spinte da parte di manufatti sul terreno di fondazione.

Attraverso la determinazione sia delle velocità delle onde di compressione sia delle velocità delle onde di taglio è possibile ricavare i seguenti parametri:

- Coefficiente di Poisson (ν)
- Modulo di Young (Kg/cm^2)
- Modulo di Taglio dinamico (Kg/cm^2)
- Modulo di Compressibilità dinamico (o Bulk modulus, in Kg/cm^2)

Il Coefficiente di Poisson (ν), noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta.

Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume (es. acqua), valori leggermente inferiori (0.47 - 0.49) sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati. Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra (0.46 e 0.20).

In funzione di V_p e di V_s il parametro è definito dalla seguente relazione:

Coefficiente di Poisson

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)}$$

Il Modulo di Young definisce la deformazione longitudinale di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione V_p , della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Young

$$E_{\text{din}} = V_p^2 \cdot \rho_{\text{din}} \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-2\nu)}{(1-\nu)} \quad (E_{\text{din}} \text{ in Kg/cm}^2).$$

Il Modulo di Taglio definisce invece la deformazione tangenziale di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio V_s e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Taglio

$$G_{\text{din}} = \rho_{\text{din}} \cdot V_s^2 \quad (G_{\text{din}} \text{ in Kg/cm}^2)$$

Il Modulo di Compressibilità o Bulk modulus è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Compressibilità

$$K_{\text{din}} = \frac{E_{\text{din}}}{3 \cdot (1-2 \cdot \nu)} \quad (K_{\text{din}} \text{ in Kg/cm}^2)$$

I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee.

4 ESITO DELL'INDAGINE DOWNHOLE

Nell'area in esame è stata eseguita una prospezione sismica in foro di tipo downhole allo scopo di caratterizzare, secondo normativa antisismica (PCM - Ordinanza n° 3341 del 14-09-2005 e successive modifiche), i terreni di fondazione del sito.

La prospezione è stata effettuata mediante un sondaggio sismico di tipo downhole a 32m di profondità dal piano campagna, individuando per ogni metro di profondità in maniera diretta il valore delle velocità delle onde di taglio e di pressione.

Vista l'elaborazione fino alla profondità adeguata (in termini di Vs30) delle onde di taglio S, l'indagine può anche soddisfare i requisiti relativi alla normativa antisismica come classificazione dei terreni di fondazione

Infatti l'indagine geofisica eseguita ha determinato, per intervalli di ogni metro fino alla profondità di 32 metri dal piano campagna, le velocità delle onde di taglio (e quelle delle onde di compressione P per la determinazione complementare dei moduli elastici dinamici del terreno) permettendo di caratterizzare adeguatamente il deposito sedimentario dal punto di vista sismico e geotecnico.

Considerato un piano di posa delle fondazioni alla profondità di 2 metri dal piano campagna, dall'analisi delle risultanze geofisiche applicate al sito si è ottenuto un valore medio di Vs30 pari a 464 m/sec, quindi una classificazione del terreno di fondazione di tipo B.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

Per quanto riguarda i profili di velocità sismica, considerando che le litologie presenti nell'area sono sostanzialmente costituite da terreni in cui la percentuale delle diverse componenti granulometriche varia (es: ghiaie eterometriche più o meno addensate, limi sabbiosi, argille limose, etc.), ciò che è risultato essere più rilevante per la variazione dei valori di Vp e Vs è stato il grado di consistenze e di addensamento di tali litologie.

Infine, l'indagine sismica ha permesso anche di ricavare per via indiretta alcuni importanti parametri quali il coefficiente di Poisson, ed i moduli di Young, di taglio e di compressibilità riportati in Appendice 1.

Forlì, Ottobre 2012

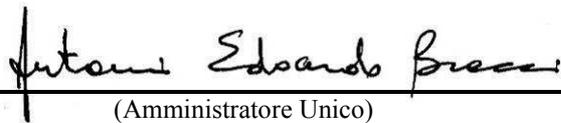
Dott. Geol. Diego Peraccini
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna
Sezione A - N. 1239



Dott. Ing. Giuseppe Mainardi
Ordine degli Ingegneri Provincia di Ravenna
Sezione A – Settore A - N. 1826



GeoExploration S.r.l.
Dott. Antonio Edoardo Bracci



(Amministratore Unico)

**INDAGINE SISMICA IN FORO
*DOWNHOLE (DH)***

APPENDICE 1 – ELABORATI

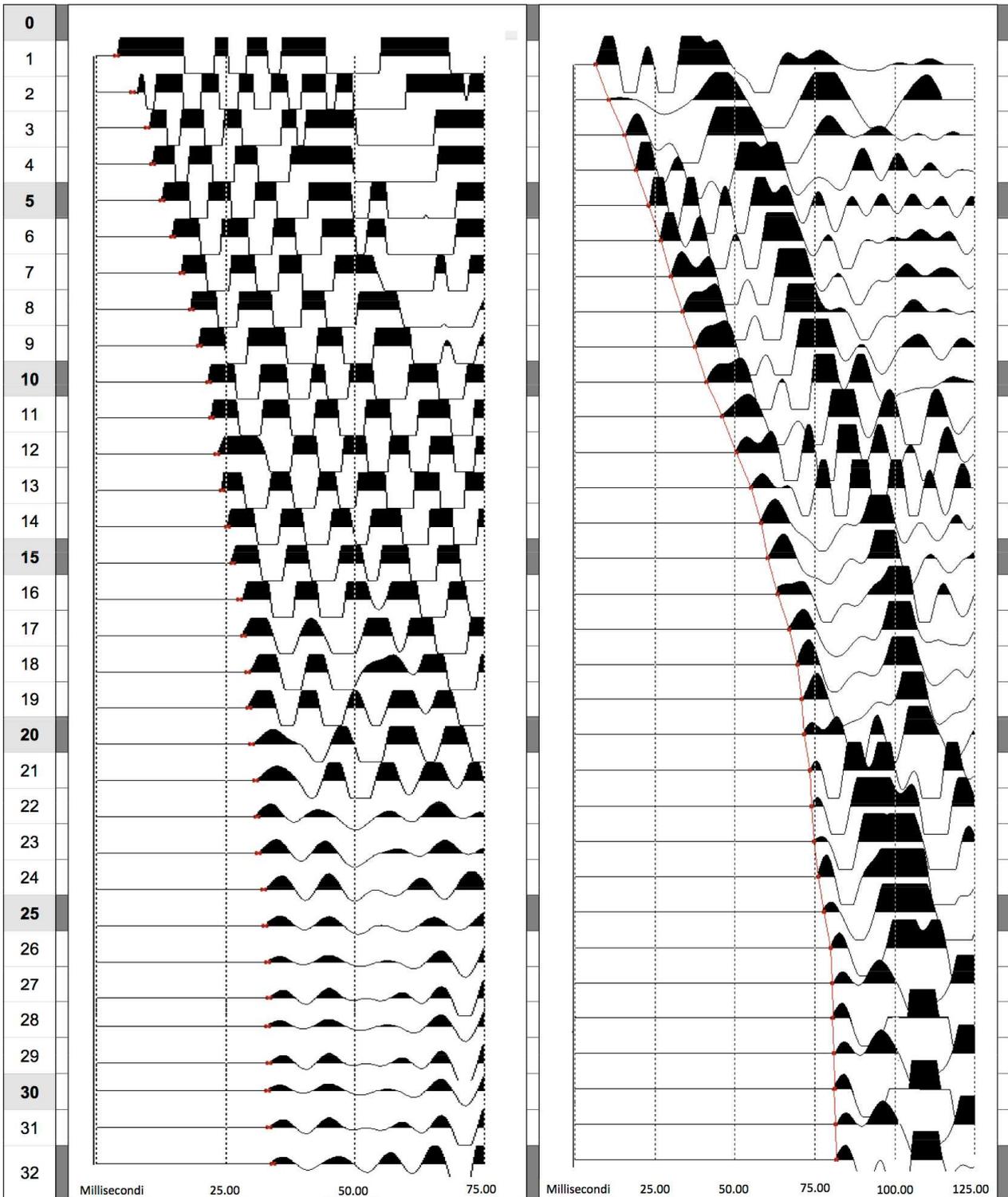
COMMITTENTE	Dott. Geol. Giancarlo Andreatta
DOWNHOLE	DH1
Località	Via Emilia - Faenza (RA)
Data	01-10-12

SISMOGRAMMI

SHOT a 2.50 m da bocca foro

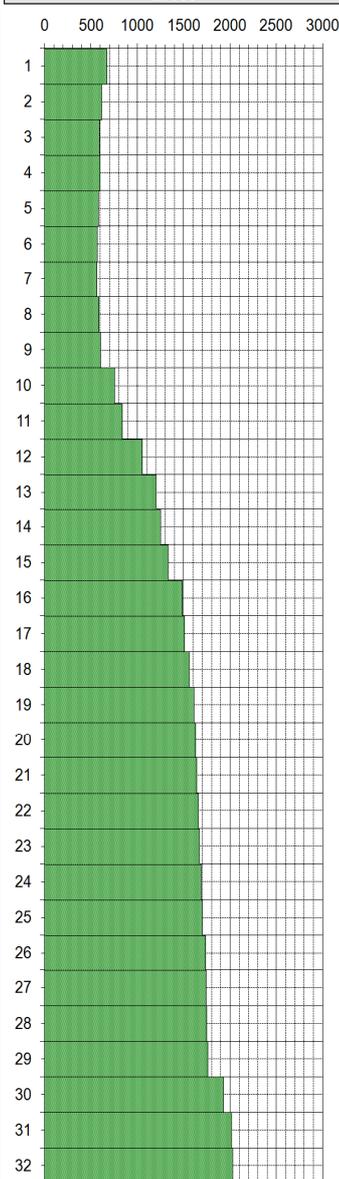
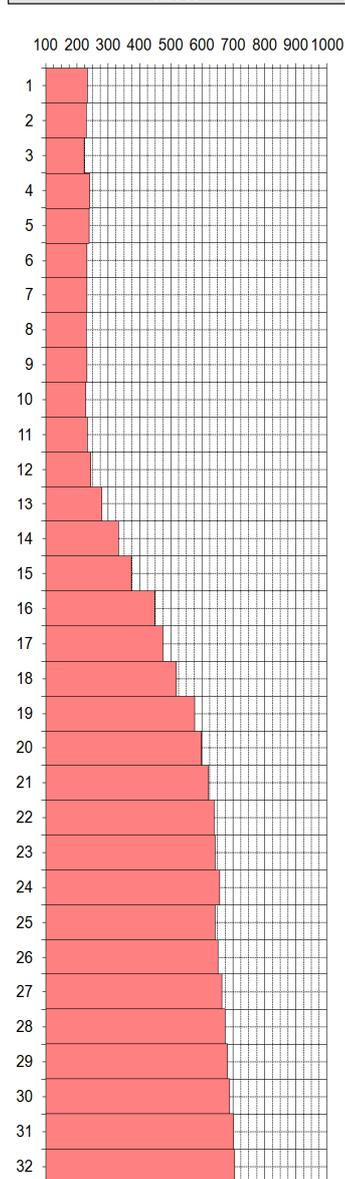
Prof. Sismogrammi onde di compressione P

Sismogrammi onde di taglio S



COMMITTENTE	Dott. Geol. Giancarlo Andreatta
Prova DOWNHOLE	DH1
Località	Via Emilia - Faenza (RA)
Data acquisizione	01-10-12

Profondità (m)	Vp m/sec.	Vs m/sec.	γ T/m ³	ν	Edin Kg/cm ²	Gdin Kg/cm ²	Kdin Kg/cm ²
0	455	177	1.63	0.41	777	263	5117
1	669	234	1.76	0.43	1483	502	10475
2	617	231	1.73	0.42	2443	827	17954
3	594	223	1.72	0.42	4240	1431	38304
4	598	241	1.72	0.40	6237	2098	75306
5	578	240	1.71	0.40	7542	2529	136382
6	570	232	1.70	0.40	7642	2559	180564
7	562	232	1.70	0.40	7154	2395	188085
8	585	231	1.71	0.41	8433	2828	160620
9	604	232	1.72	0.41	11169	3755	147302
10	750	229	1.79	0.45	15900	5366	144466
11	837	233	1.83	0.46	22348	7573	152403
12	1052	245	1.91	0.47	29772	10155	145230
13	1201	279	1.96	0.47	35218	12132	121079
14	1248	333	1.98	0.46	36005	12568	88822
15	1335	375	2.00	0.46	32786	11563	66364
16	1481	449	2.04	0.45	28747	10102	62054
17	1505	475	2.05	0.44	24135	8362	70746
18	1560	517	2.06	0.44	20524	7034	83280
19	1608	577	2.07	0.43	18035	6159	83571
20	1626	598	2.08	0.42	18372	6303	71906
21	1638	620	2.08	0.42	19902	6880	61713
22	1657	639	2.09	0.41	22540	7790	70578
23	1671	643	2.09	0.41	24970	8539	110152
24	1686	656	2.09	0.41	26598	9022	170568
25	1701	642	2.10	0.42	25702	8705	180413
26	1735	651	2.10	0.42	22346	7550	184824
27	1744	664	2.11	0.42	16146	5455	134204
28	1749	675	2.11	0.41	16146	5455	134204
29	1760	681	2.11	0.41	26598	9022	170568
30	1928	689	2.15	0.43	25702	8705	180413
31	2019	701	2.17	0.43	10971	3701	103140
32	2028	705	2.17	0.43	8923	3000	114241

VELOCITA' ONDE DI COMPRESIONE (Vp)
m/sec

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO (Vs)
m/sec

Legenda parametri dinamici

Tp	Tempi onde P	millisec.	γ	Peso di volume	T/m ³
Ts	Tempi onde S	millisecondi	Edin	Modulo di Elasticità din.	Kg/cm ²
Vp	Velocità onde P	m/sec	Gdin	Modulo di Taglio din.	Kg/cm ²
Vs	Velocità onde S	m/sec	Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm ²
ν	Coefficiente di Poisson	-			

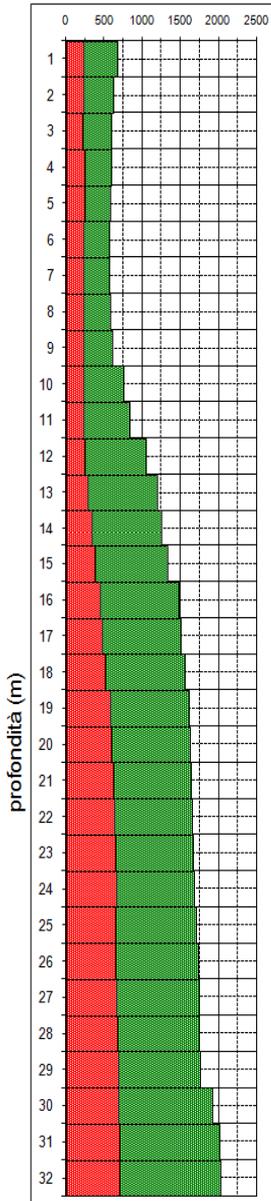
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI (D.M. del 14/01/2008)

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad V_{s30} = 464 \text{ m/sec}$$

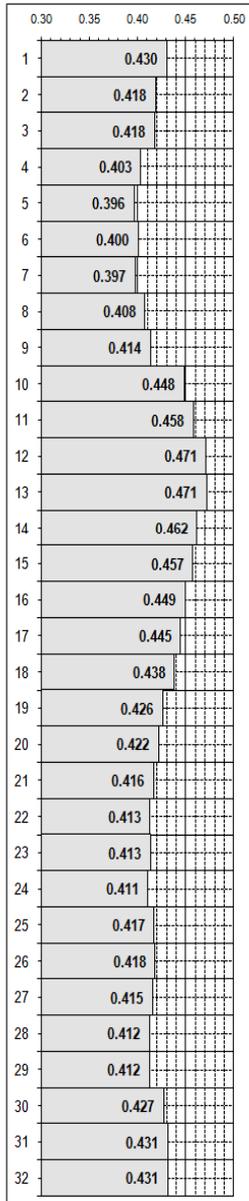
CATEGORIA SUOLO
= B

GRAFICI DEI PARAMETRI ELASTICI DINAMICI

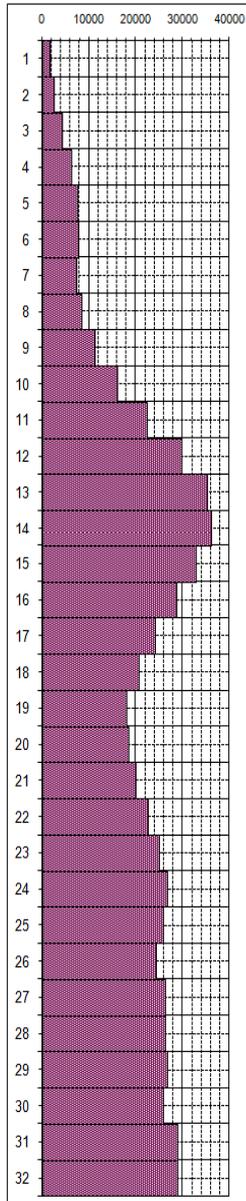
VELOCITA' - Vp e Vs (m/sec)



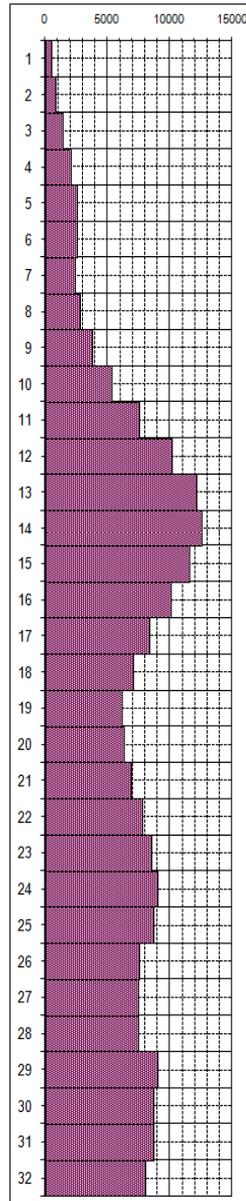
COEFFICIENTE DI POISSON ν



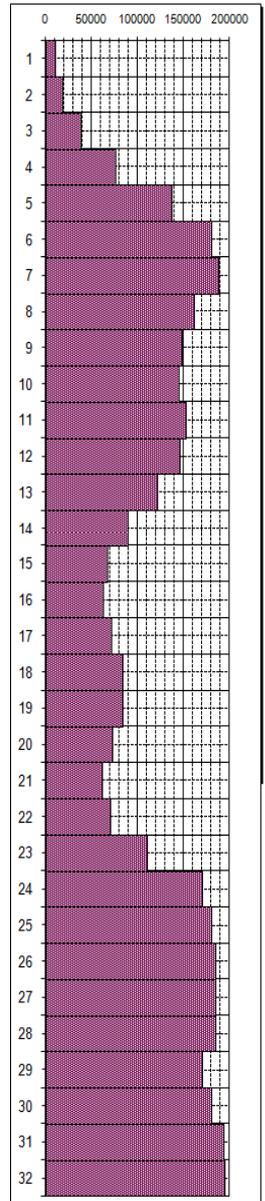
MODULO DI ELASTICITA' Edin (kg/cm²)



MODULO DI TAGLIO Gdin (kg/cm²)



MODULO DI COMPRESSIBILITA' Kdin (kg/cm²)



CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI (Normative di riferimento: D.M. 14/09/05 - D.M.14/01/08 - Circolare n°617/2009 - Circ.LL.PP.) - Committente: BEACH PARK

CONDIZIONE STRATIGRAFICA

Il Decreto Ministeriale 14.09.2005 ed il successivo D.M. 14.01.2008 contengono nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normativa tecnica.

Il numero delle zone sismiche viene riportato qui di seguito unitamente ai valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico:

Zona 2003	Valore di ag	Comune: FAENZA
1	0,35	Zona sismica 2003: 2
2	0,25	1. Accel.max orizz.RE 0,205
3	0,15	(Indirizzi microzonazione E-R; L.R.2000)
4	0,05	2. Accelerazione orizz 0,25

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, vengono definite 5 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano posa delle fondazioni):

- A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a m. 3,00.
- B** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a m. 30 caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu > 2,5$ daN/cm² nei terreni a grana fina)
- C** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m. 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $0,70 < cu_{30} < 2,5$ daN/cm² nei terreni a grana fina)
- D** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 0,70$ daN/cm² nei terreni a grana fina)
- E** Terreni dei sottosuoli del tipo C o D per spessore non superiore a 20 m., posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1** Depositati di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero $0,10 < cu_{30} < 0,20$ daN/cm²) che includono uno strato di almeno 8 m. di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
- S2** Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La classificazione del sito si ottiene sulla base del valore di Vs30 (velocità media di propagazione entro i primi m. 30 di profondità) dato dalla seguente espressione:

$$Vs30 = 30 / \text{Somma } h_i/V_i$$

dove:

h_i = spessore strati (m.)

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato (m/sec)

Metodo di calcolo del Vs30: PROVA SISMICA IN FORO (DOWN HOLE)

Si ottiene la misura diretta delle Vs mediante una prova sismica in foro (Down Hole), previa acquisizione con apparecchiatura geofisica per gli strati investigati:

LITOTIPO	Spessore strati "hi" (ml.)	Vs' in sito (m/s)	hi/V' (Vs mis.) (sec)
h1. Limi argillosi e sabbie	10	231	0,043
h2. Sabbia	3	260	0,012
h3. Sabbia e ghiaia	2	352	0,006
h4. Sabbia e ghiaia	3	480	0,006
h5. Ghiaia e sabbia	12	636	0,019
	30 ml. (h tot.)		Somma hi/Vi 0,086

Vs30 (misurata) = 350,35 m/sec

Occorre immettere delle informazioni a carattere geologico-stratigrafico:

LITOTIPO	Spessore strati "hi" (ml.)	Fattore geologico	Periodo Olocene - Pleistocene
h1. Limi argillosi e sabbie	10		0
h2. Sabbia	3	Dove:	0
h3. Sabbia e ghiaia	2	- Depositi recenti e terreni Olocene = O	0
h4. Sabbia e ghiaia	3	- Terreni del Pleistocene e Terziario = P	0
h5. Ghiaia e sabbia	12		0

Metodi di calcolo delle Vs30	Vs30 (m/sec)	Terreno liquefacibile Inserire SI o NO NO	CATEGORIA SUOLO C
Misure in sito con indagini Dirette con Down Hole	350,35		

che viene così definita dal D.M. 14.01.08:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m. 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $0,70 < cu_{30} < 2,5$ daN/cm² nei terreni a grana fina)