

Dott. Ildo Facchini geologo Fiorano - Modena - tel/fax 0536/844233 email ildo.facchini@tin.it

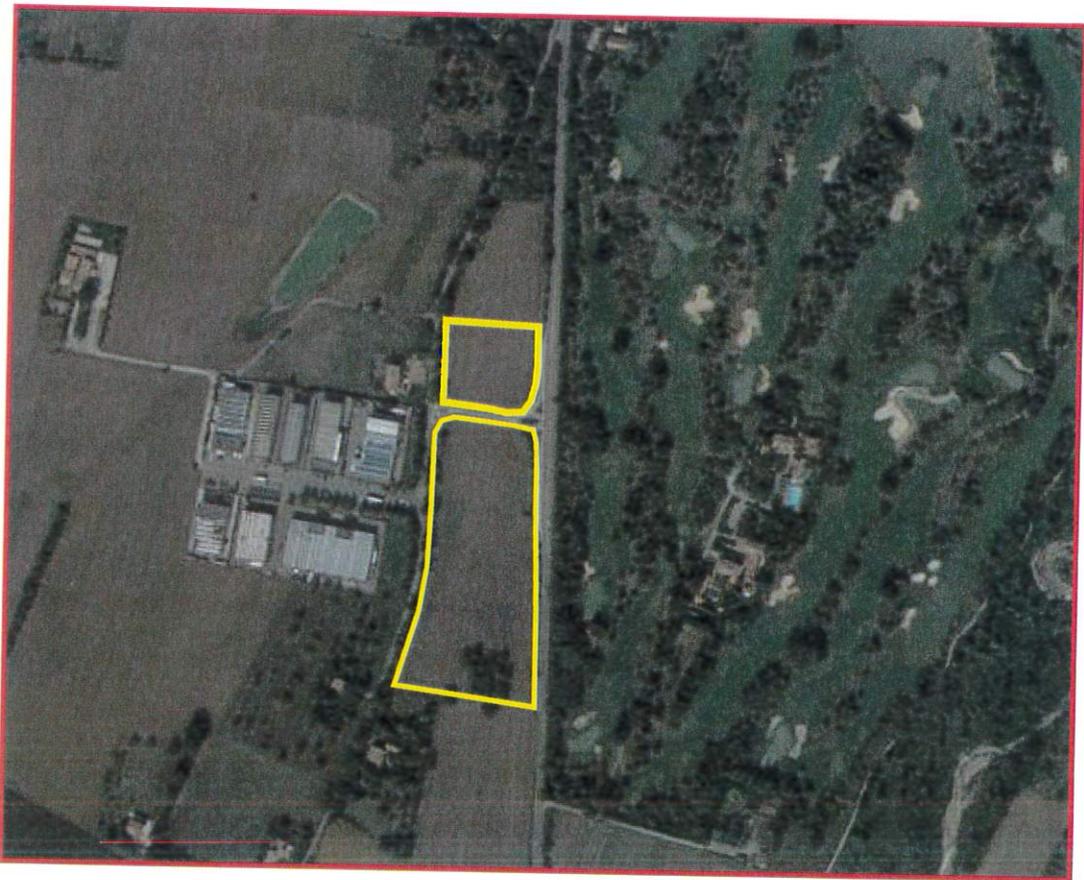
COMUNE DI MARANELLO PROVINCIA DI MODENA

Comune in zona sismica 2 (Ordinanza P.C.M. N. 3274/2003)

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA SULLA EDIFICABILITA' DI UN'AREA OGGETTO DI VARIANTE AL VIGENTE PSC COMUNALE

a Nord Est di Pozza, Via Nuova Estense

D.M. 14 .1.2008 - N.T.C. 2008 - D.A.L. Emilia Romagna 112/2007



Committente: Immobiliare I.T.V. s.r.l.

14096 26.04.2017

Fiorano Luglio 2017

FASC. _____
per la ratificazione

PREMESSA.

Su incarico della società **Immobiliare I.T.V. s.r.l.** si elabora la seguente relazione geologica e sismica a corredo del progetto di utilizzazione urbanistica, con variante al vigente PSC comunale, di un'area situata a Nord Est di Pozza di Maranello, tra la via Vandelli e la Nuova Estense.

Il sito è individuabile catastalmente al foglio n. 3 del comune di Maranello, mappali 86, 200, 202, 204 e 206

Scopo del lavoro è verificare l'idoneità dell'area alle destinazioni d'uso previste e fornire un quadro generale sulle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del sito e dell'intorno di influenza. Il presente elaborato si produce anche al fine di caratterizzare il sito di intervento a seguito della nuova classificazione del territorio del comune di Maranello come **"Zona sismica 2"**.

Si tiene altresì conto di quanto indicato dal D.M. 14 Gennaio 2008, dalle Norme Tecniche sulle costruzioni del 2008 e dalla deliberazione dell'Assemblea Regionale dell'Emilia Romagna 112/2007.

MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO ED INDAGINI GEOGNOSTICHE
(§ 6.2.1 DM 14.1.2008)

INQUADRAMENTO GEO - MORFOLOGICO.

L'area oggetto di studio è collocata nella fascia Nord Est dell'abitato di Maranello, a Nord Est della frazione di Pozza, nella fascia sub pianeggiante del territorio comunale in sponda sinistra del torrente Tiepido da cui dista non meno di 300 metri. La quota altimetrica si valuta variabile dai 111 ai 108 metri s.l.m.

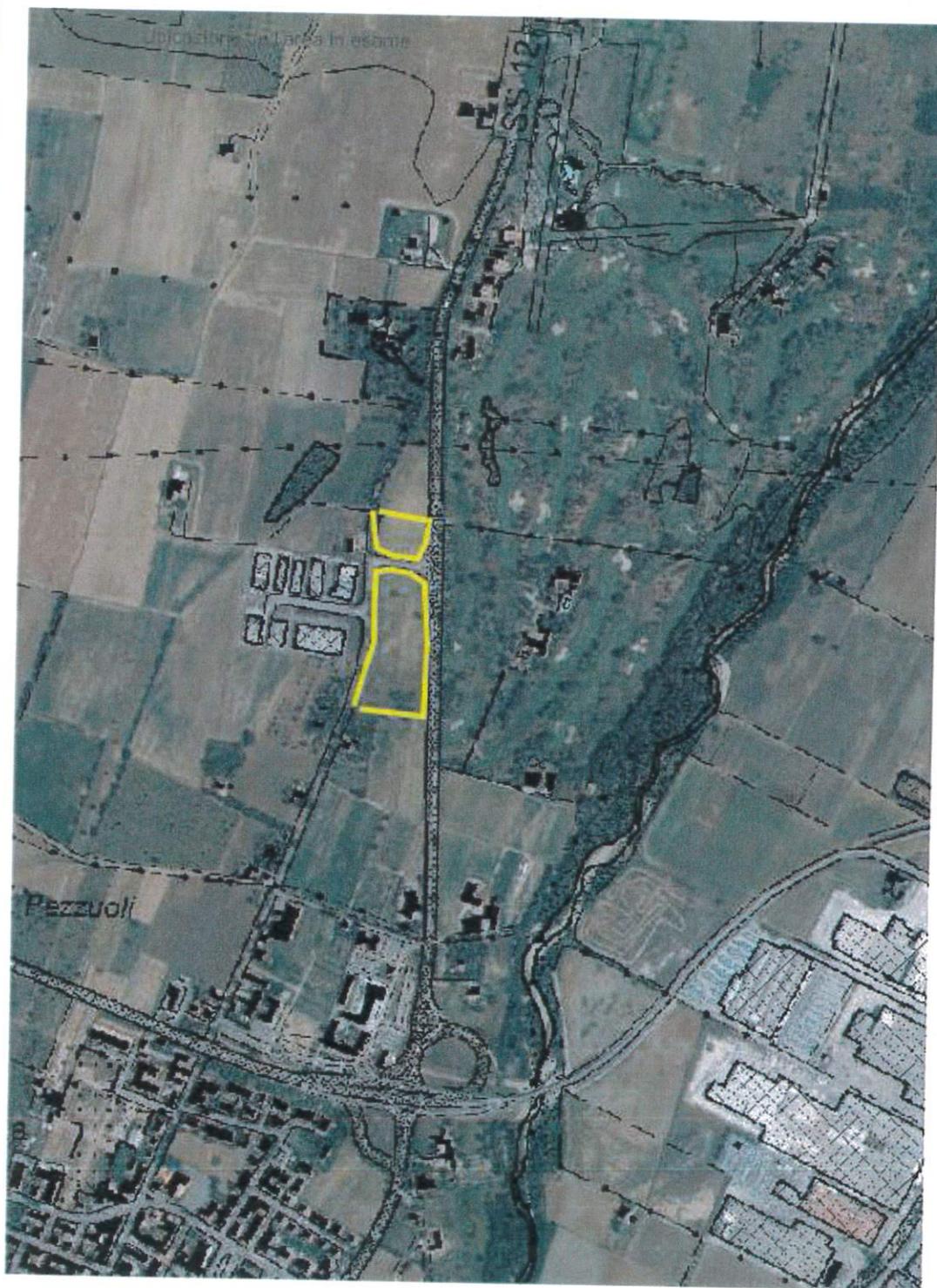
I terreni affioranti, di ambiente continentale, sono costituiti essenzialmente da argille sabbiose e limi argillosi, solitamente giallo ocra, bruni o arrossati per alterazione, con intercalazioni di ghiaie fluviali (Unità dei corsi d'acqua minori) che ricoprono a loro volta le argille grigio azzurre marine plioceniche e pleistoceniche presenti sui rilievi a Sud.

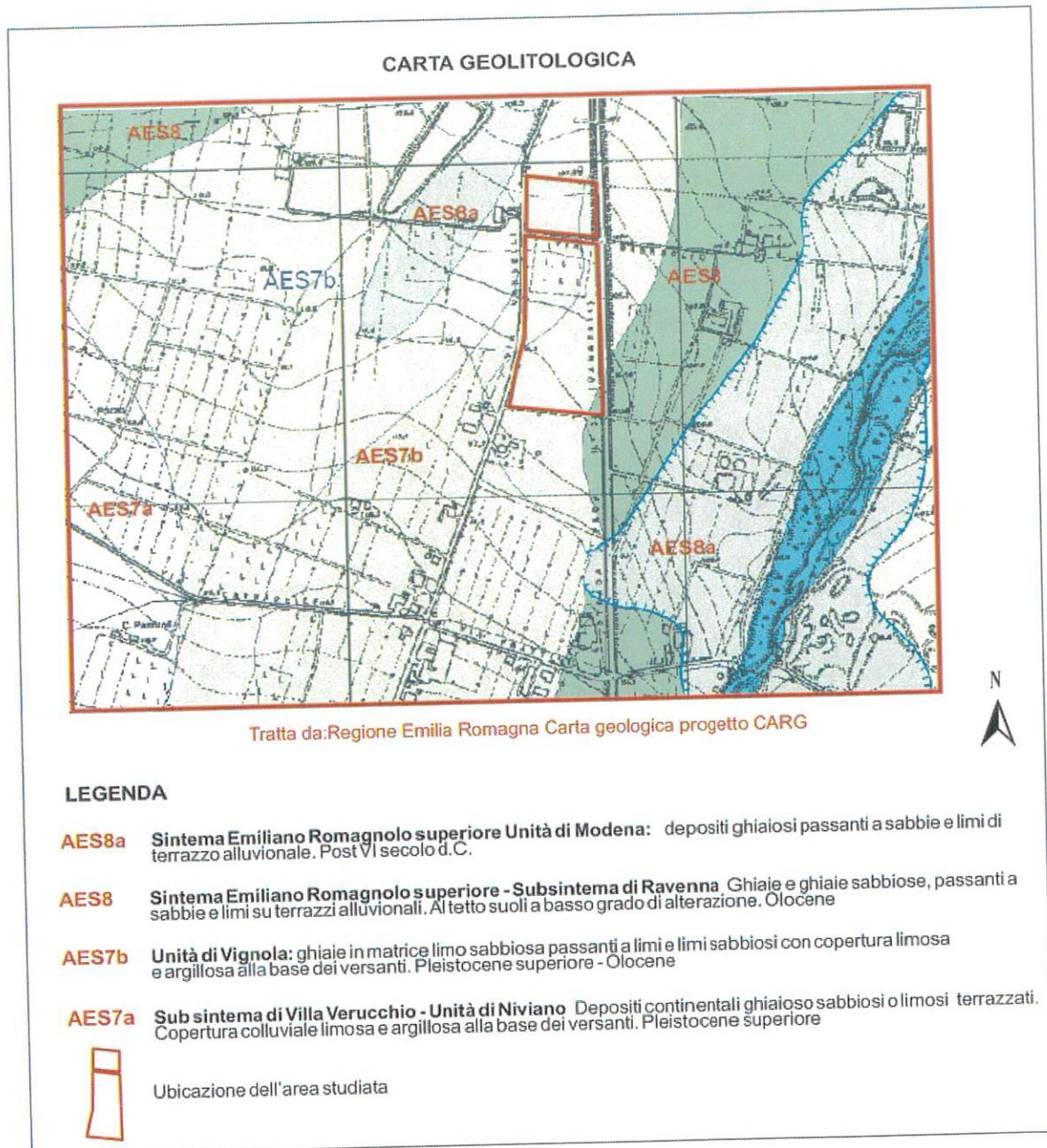
Una delle ultime classificazioni di questi terreni li attribuisce al "Sistema Emiliano Romagnolo superiore" unità di Vignola del Pleistocene superiore – Olocene e subordinatamente al sub-sistema di Ravenna, dell'Olocene.

La stabilità della zona è da valutarsi positivamente e non si rilevano elementi perturbatori degni di nota. Trattandosi poi di un sito a pendenza praticamente nulla, il **coefficiente di amplificazione topografica** può essere assunto pari a **uno**.

COROGRAFIA

Sezione CTR 219070 "Maranello" Elemento CTR 219072 "Gorzano"





CONDIZIONI IDROLOGICHE.

L'idrografia superficiale della zona è in pratica rappresentata, nell'intorno dell'area in esame, dal torrente Tiepido che scorre, come già detto, ad Est e dal torrente Grizzaga che passa a non meno di 1,2 chilometri ad Ovest.

Data la distanza e le caratteristiche degli alvei non sono da prevedere interferenze, in normali condizioni di deflusso, tra il regime idraulico dei corsi d'acqua e il futuro utilizzo urbanistico dell'area così come non si prevedono correlazioni dirette con il primo acquifero, generalmente confinato oltre la quota di posa delle fondazioni.

CARATTERISTICHE DEL PRIMO SOTTOSUOLO E VALUTAZIONE SULLA TIPOLOGIA DELLE FONDAZIONI.

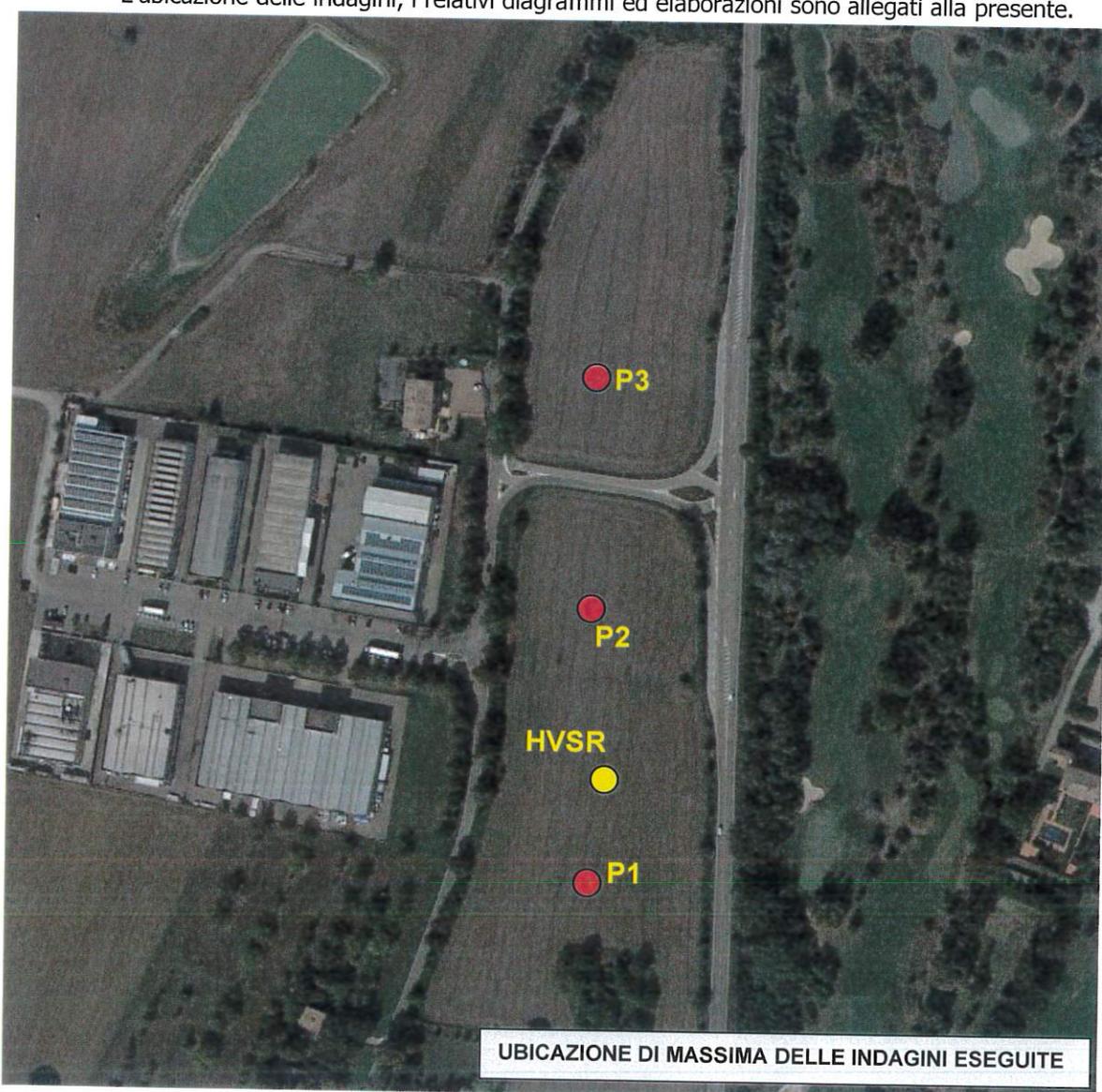
Per avere le prime informazioni sul sottosuolo, peraltro già noto da alcuni studi ed indagini eseguiti in zona od in aree stratigraficamente analoghe, si sono eseguite tre prove penetrometriche dinamiche pesanti (D.P.H.) con uno strumento automatico **certificato Pagani Geotechnical Equipemts** avente le seguenti caratteristiche:

massa battente: 50 Kg Altezza di caduta: 50 cm Sezione della punta 15 cmq.

Angolo all'apice: 90°. Frequenza delle battute 25 - 30 al minuto primo.

Le caratteristiche della punta impiegata permettono di limitare l'attrito laterale sulle aste.

L'ubicazione delle indagini, i relativi diagrammi ed elaborazioni sono allegati alla presente.







Esaminando i risultati emersi dall'indagine si individua una copertura fine già particolarmente addensata per spessori anche di pochi decimetri che precede una successione incoerente (ghiaie) piuttosto addensata che ha comportato rifiuto all'infissione a profondità variabili da -1,8 a -4,8 metri dall'attuale piano campagna.

Stratigrafie di pozzi presenti in zona (vedi database regionale) valutano lo spessore di questo livello in diversi metri. Nei fori eseguiti non si è incontrata acqua.

I principali dati desunti dalle prove sono qui di seguito riportati

PROVA 1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
0,8	10,75	70,49	Coesivo	2,02	1,11	12
1,8	50,6	305,78	Incoerente	1,99	1,11	56

PROVA 2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
0,6	8	54,88	Coesivo	1,94	1,11	9
3,6	13,8	79,45	Coesivo	2,07	1,11	15
4,8	42,5	198,63	Incoerente	1,99	1,11	47

PROVA 3

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
1	8,2	53,65	Coesivo	1,94	1,11	9
1,4	18	111,16	Coesivo	2,10	1,11	20
3,6	46	248,6	Incoerente	1,99	1,11	51

Non essendo comunque sul sito presenti livelli sabbiosi saturi si può escludere a priori il manifestarsi di fenomeni di liquefazione a seguito di un evento sismico.

DIMENSIONAMENTO E SCELTA DELLE FONDAZIONI.

In questa fase di studio non si possiedono ancora dati specifici sugli interventi in progetto nell'area studiata e pertanto le verifiche di dettaglio sul comportamento del terreno al carico trasmesso dai nuovi manufatti si rimandano ad un'ulteriore fase di approfondimento.

Nel corso della elaborazione dei progetti definitivi si dovranno infatti approfondire i dati generali attualmente forniti e tali indagini faranno poi parte integrante dello studio geotecnico dei futuri interventi edilizi.

Non si ravvisa in ogni caso la necessità di porre limitazioni particolari sulla tipologia e dimensioni dei futuri edifici, nel rispetto ovviamente dei vigenti standard urbanistici.

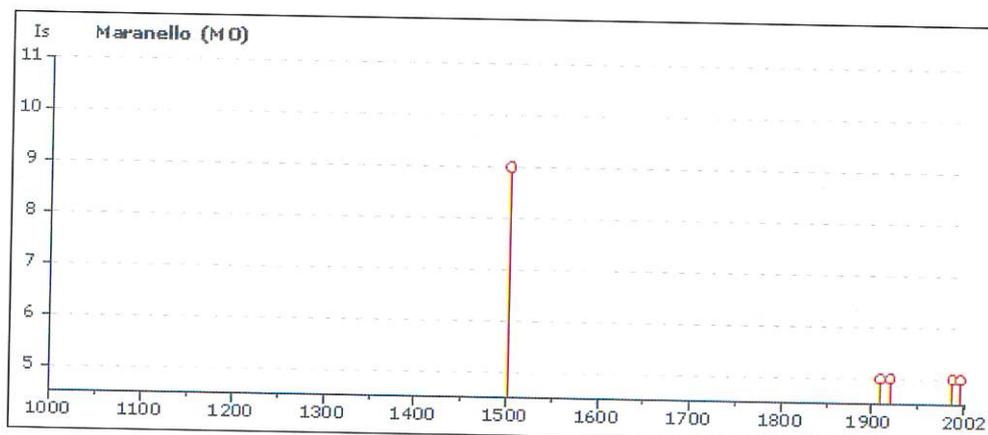
VALUTAZIONE DELLA SISMICITA' DI RIFERIMENTO E DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE (§3.2 DM 14/1/2008)

Nella Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 è stato pubblicato il decreto 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" del Ministro delle infrastrutture, di concerto con il Ministro dell'interno e con il Capo Dipartimento della protezione civile. Le nuove norme tecniche per le costruzioni sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005 e sono entrate in vigore a partire dal 1 Luglio 2009.

La Regione Emilia Romagna ha inoltre adottato la Delibera n. 112 del 02-05-2007 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica." Nell'allegato A4, sono riportati i valori di accelerazione massima, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della Regione.

MO	Guiglia	0.160
MO	Lama Mocogno	0.161
MO	Maranello	0.163
MO	Marano sul Panaro	0.161
MO	Medolla	0.150

Per il Comune di Maranello risulta $a_{refg} = 0,163$.

DATI SISMICI DELL'AREA ESAMINATA. Da Stucchi et. alii. (2007)

Storia sismica di Maranello (MO) [44.525, 10.866] Osservazioni disponibili: 10

Effetti	In occasione del terremoto:					Area epicentrale	Io	Mw	
	Is	Anno	Me	Gi	Or				Mi
	9	1501	06	05	10	Appennino modenese	8-9	5.85	
	5	1909	01	13	45	BASSA PADANA	6-7	5.53	
	5	1920	09	07	05	55	Garfagnana	9-10	6.48
	5	1987	05	02	20	43	REGGIANO	6	5.05
	5	1996	10	15	09	55	CORREGGIO	7	5.44
	4	1937	12	10	18	04	APPENNINO MODENESE	6-7	5.42
	4	1983	11	09	16	29	Parmense	6-7	5.10
	3	1957	08	27	11	54	ZOCCA	6	5.06
	2	1995	10	10	06	54	LUNIGIANA	7	5.04
	NF	1986	12	06	17	07	BONDENO	6	4.56

Categorie di sottosuolo

A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore max pari a 3 m.

B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate è invece necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.

Lo studio della **pericolosità di base e della pericolosità locale** ha come obiettivo:

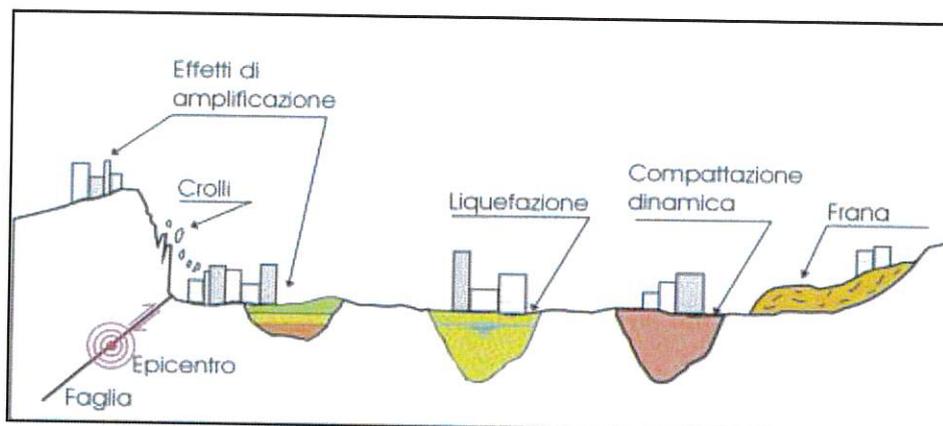
- l'individuazione delle aree dove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine ("Analisi della Risposta Sismica Locale", RSL);
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale ("Microzonazione Sismica", MZS).
- I risultati dell'analisi della pericolosità sismica locale e della microzonazione sismica, contenuti nel quadro conoscitivo, devono essere applicati nella redazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

MICROZONAZIONE SISMICA

La diversa entità dei danni prodotti da un terremoto nello stesso ambito territoriale dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni geologiche che caratterizzano un dato ambito territoriale (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, ecc).

La microzonazione sismica si propone quindi di studiare e valutare quantitativamente l'influenza che le condizioni geologiche locali hanno sui movimenti del suolo durante un evento sismico. L'elemento base della microzonazione sismica è la valutazione della "risposta sismica locale" (RSL). Con tale termine s'intende l'insieme delle modifiche in intensità, ampiezza e frequenza, che un

moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.



Schema che illustra il significato della risposta sismica locale.

La delibera dell'assemblea legislativa della regione Emilia Romagna n. 112 del 2007 identifica **tre fasi di analisi** con diversi livelli di approfondimento.

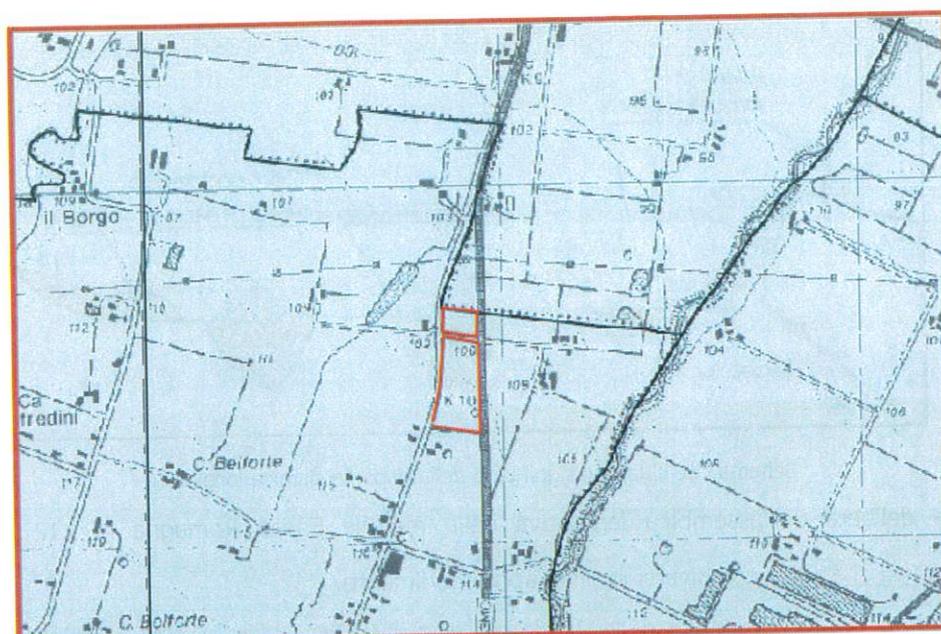
La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta - soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili - in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

Il PTCP della provincia di Modena nella nuova versione 2009 (vedi allegato seguente) identifica il sito come potenzialmente **soggetto ad amplificazione per caratteristiche litologiche e prescrive studi tesi alla valutazione del coefficiente di amplificazione litologico**. Vengono altresì prescritti approfondimenti di secondo livello per quanto riguarda la microzonazione sismica.

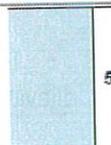
Altrettanto viene indicato nel vigente PSC comunale.

CARTA DELLE AREE POTENZIALMENTE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI PER EVENTI SISMICI



Da P.T.C.P. Provincia di Modena 2009 "Carta delle aree suscettibili di effetti locali"

LEGENDA

		<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche</p> <p>Studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico</p> <p>Microzonazione sismica: approfondimenti di II^a livello</p>
---	---	---



Ubicazione dell'area in esame

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento: nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito ha spessore costante si ritiene sufficiente un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento).

L'analisi della pericolosità locale può essere cioè basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard.

Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio.

Un'analisi più approfondita è richiesta, come indicato in precedenza, per le aree nelle quali si intenda localizzare ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento, nelle seguenti situazioni:

- a) aree soggette a liquefazione e densificazione;
- b) aree instabili e potenzialmente instabili;
- c) aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- d) aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Questo terzo livello di analisi, **non necessario sul sito in esame**, è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili, di quelle soggette a liquefazione e densificazione sempre ai fini della redazione della carta di microzonazione.

Sull'ambito esaminato si può quindi eseguire un'analisi di secondo livello che porta ai seguenti risultati:

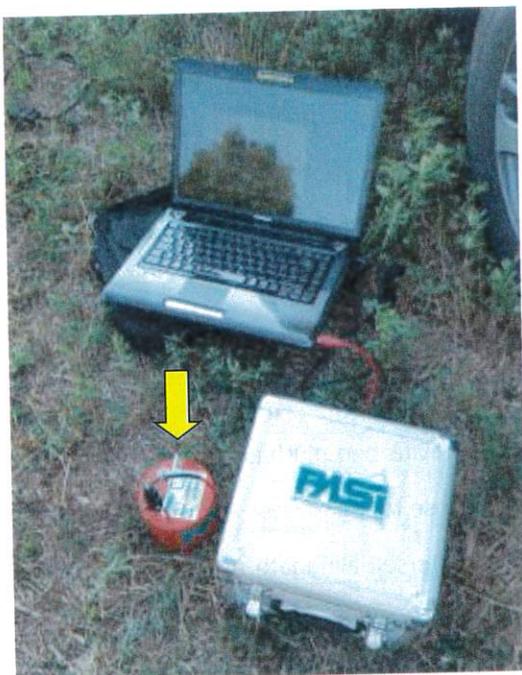
- Tutta l'area del nuovo comparto rientra in una classe con acclività ben più bassa di 15° e pertanto non sono da attendersi fenomeni di amplificazione locale per cause topografiche.
- Non sono altresì presenti, ovviamente, creste o cocuzzoli né dorsali allungate e non si individuano zone di fondovalle strette ed allungate in un ampio intorno dell'area di futura edificazione.
- La stratificazione è orizzontale o sub orizzontale essendo individuabile una copertura limo argillosa con lenti di alluvioni grossolane molto addensate e quindi argille consolidate
- **Non sono prevedibili livelli caratterizzati da fenomeni di densificazione e liquefazione, mancando livelli sabbiosi saturi o sotto falda su profondità significative.**
- Il grado di stabilità è molto soddisfacente

Metodologia adottata per la valutazione della RSL

La valutazione della risposta sismica locale può avvenire attraverso diverse metodologie. Alcune di queste sono basate su modellazioni numeriche (Idriss & Sun, 1992; Lanzo & Silvestri, 1999), altre su stime empiriche (Medvedev, 1960 Barosh, 1969), altre ancora su metodi di classificazione del terreno (Eurocodice 8, Normativa Giapponese)

Nel metodo suggerito dalle Ordinanze P.C.M n. 3274 e n. 3431 il parametro adottato per l'individuazione delle "categorie di suolo di fondazione" è la cosiddetta "VS30", parametro che quantifica la velocità delle onde di taglio (onde S) nei primi 30 metri di sottosuolo.

Nel caso la misura diretta della V_{s30} non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica N_{spt30}



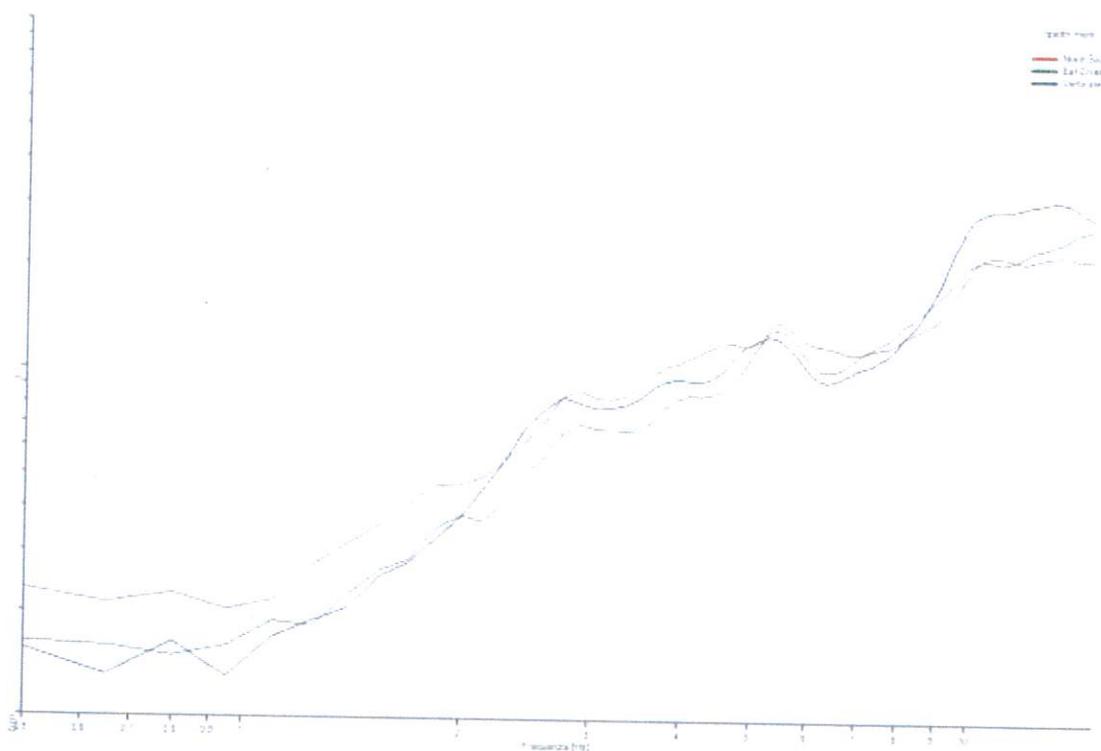
nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente C_{u30} nei terreni prevalentemente a grana fina.

In questo lavoro l'approccio metodologico seguito per valutare la risposta sismica locale nella zona di intervento è quello suggerito dalle Ordinanze già citate ed in particolare si utilizzano i dati di una indagine effettuata tramite la tecnica di indagine sismica passiva **HVSR con geofono 3D Pasi interfacciato a PC portatile.**

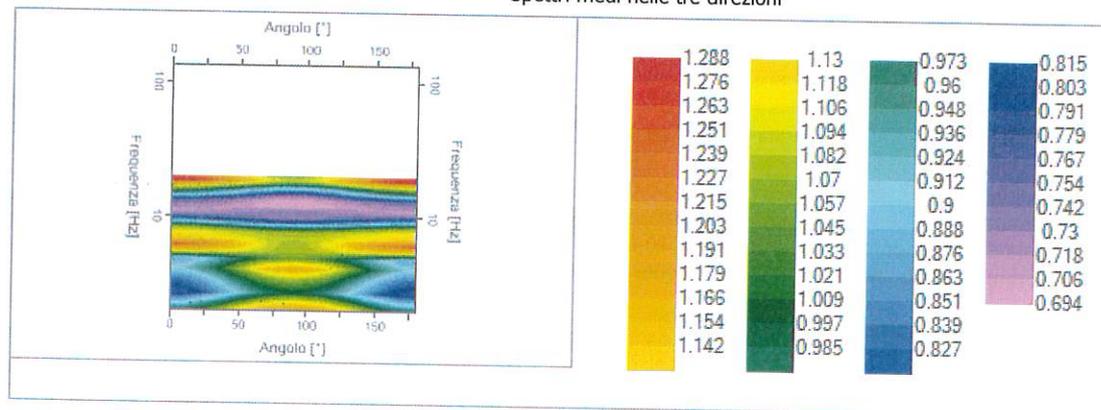
La prova HVSR, (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica passiva e misura il "rumore sismico", ovunque presente sulla superficie terrestre,

allo scopo di fornire dati sulle caratteristiche geofisiche del sito investigato. L'acquisizione del segnale, avviene ponendo sul terreno un tomografo al cui interno ci sono tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alto guadagno disposti nelle tre direzioni dello spazio. I segnali acquisiti a loro volta sono sottoposti ad una fase di processing che porta alla individuazione della curva dalla media dei rapporti delle componenti H/V, per mezzo della quale è possibile individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili ai cambi sismostratigrafici.

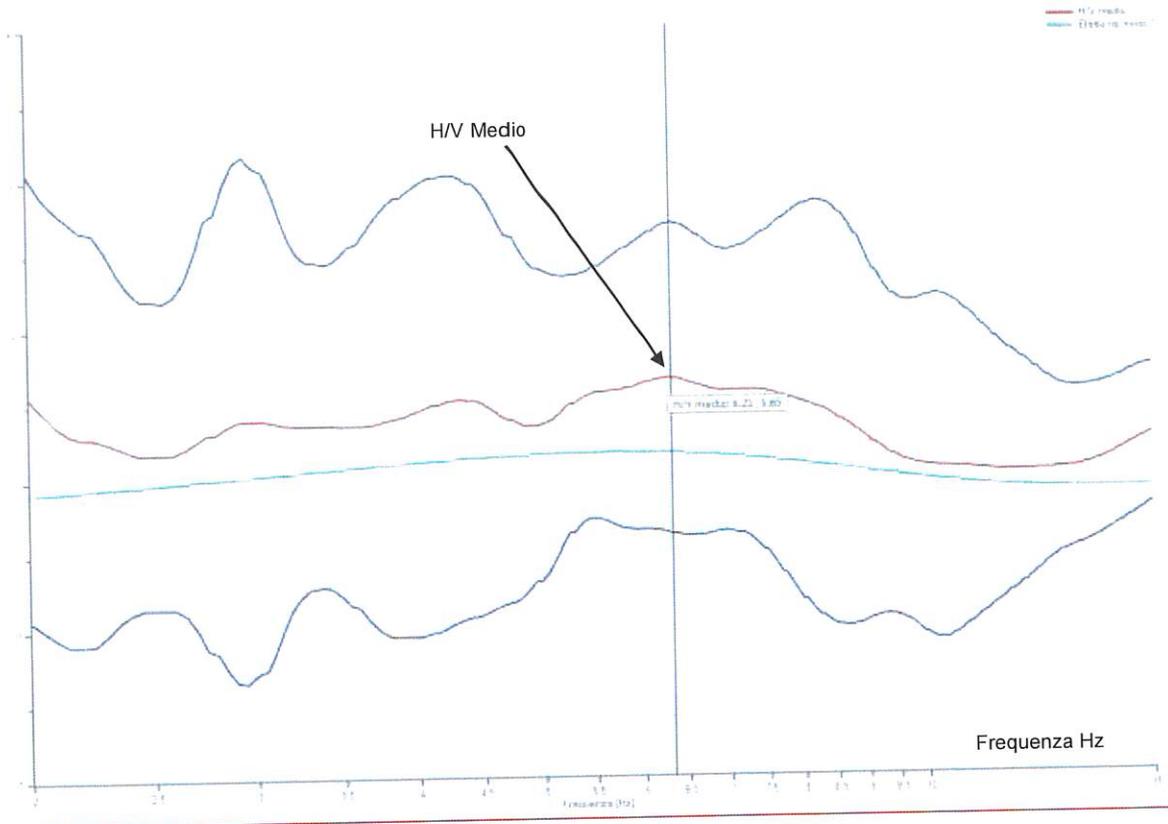
Dallo spettro così ottenuto si hanno immediatamente informazioni sulle frequenze caratteristiche del sito e da queste, avendo un vincolo, è possibile risalire a una stima delle V_{s30} . La modellazione sintetica dello spettro H/V, che avviene utilizzando un'apposita tabella di input e correlando i picchi spettrali significativi, permette di ricavare spessore, profondità e le relative velocità di taglio del terreno investigato. Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software specifico della Geostru (www.geostru.com)



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della direzionalità degli spettri



Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20,00 Hz
 Frequenza minima: 1,50 Hz
 Passo frequenze: 0,05 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Frequenza del picco del rapporto H/V: 6.25 Hz ±0.62 Hz

Verifiche SESAME:

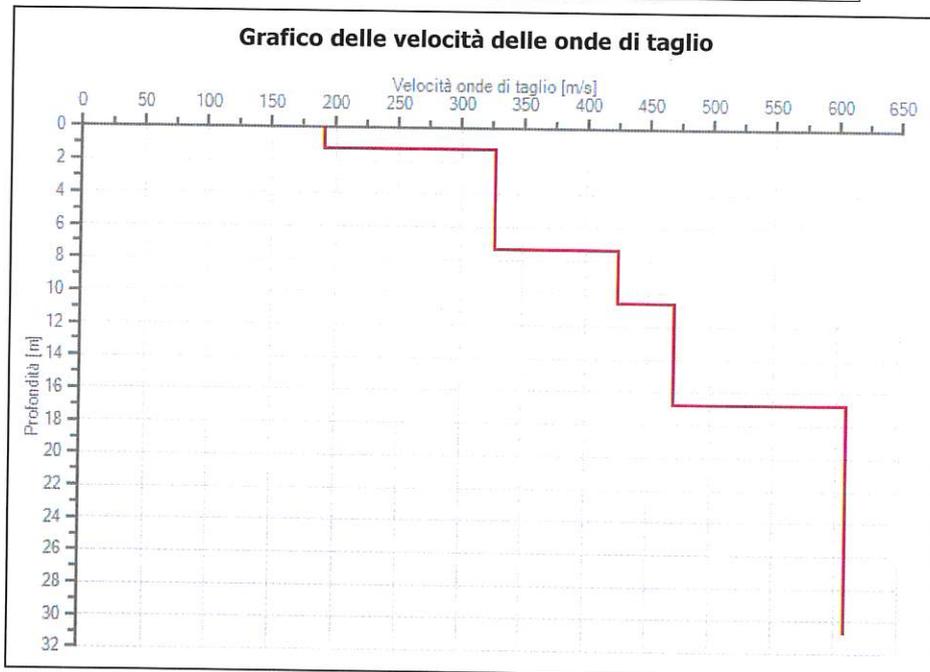
	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Dati riepilogativi:

Numero strati: 5
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 5.70 Hz
 Valore di disadattamento: 0.18

Dati della stratigrafia:

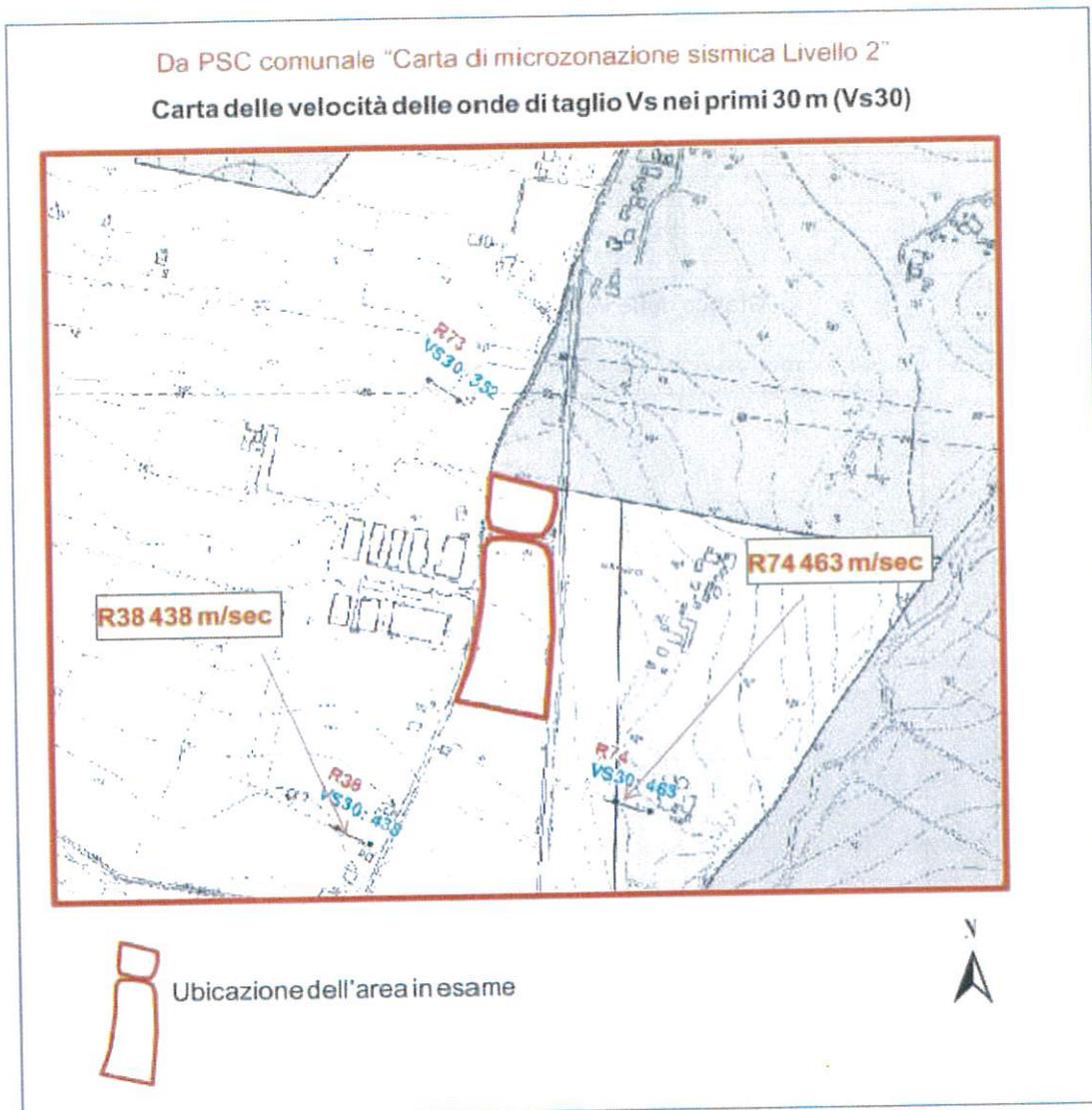
Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.25	192
2	1.25	6.15	327
3	7.4	3.22	425
4	10.62	6.15	470
5	16.77	14	608



Valutazione della Vs30 da piano campagna (Condizione meno favorevole)=
 $1/(1,25/192 + 6,15/327 + 3,22/425 + 6,15/470 + 13,23/608) \times 30 = 443 \text{ m/s}$

Risultando il valore calcolato della Vs30 superiore a 360 m/sec al sottosuolo si può assegnare, fatte salve ulteriori verifiche più approfondite, la **categoria B** così definita: " Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu,30 > 250 KPa nei terreni a grana fina"

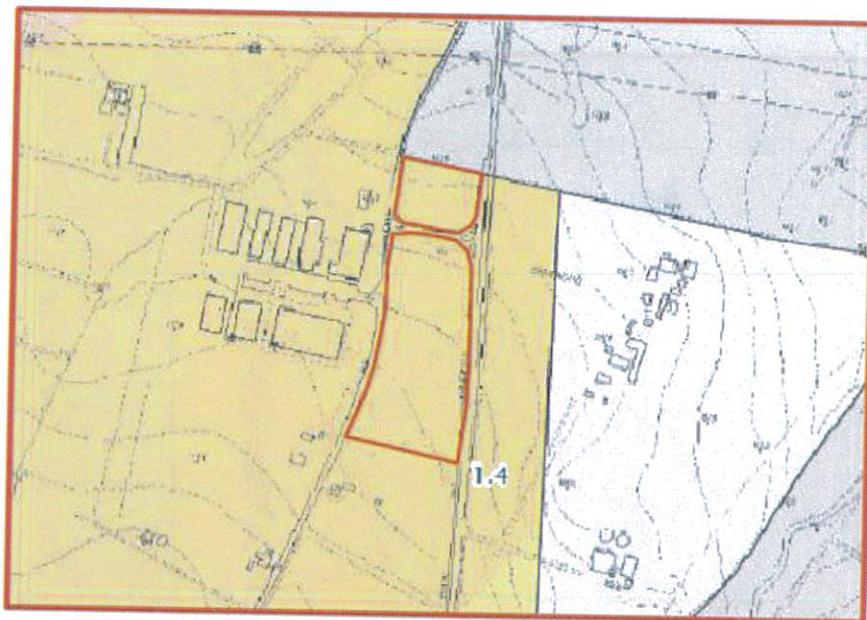
Il dato emerso poco si discosta da quello risultante da altre indagini effettuate nelle vicinanze o in medesimi tipi litologici, quali due prove MASW allegate alla microzonazione sismica del PSC.



Ulteriori determinazioni verranno comunque fatte, come già detto, in occasione della progettazione definitiva dei singoli edifici.

Utilizzando poi i dati ricavabili dallo studio di microzonazione sismica recentemente aggiornato ed inserito nel vigente P.S.C. si ottengono i fattori di amplificazione espressi sia in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA./PGAo) sia in termini di intensità di Housner (SI/SIo) per prefissati intervalli di periodo.

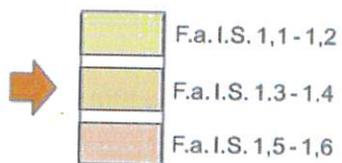
Da PSC comunale "Carta di microzonazione sismica Livello 2



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

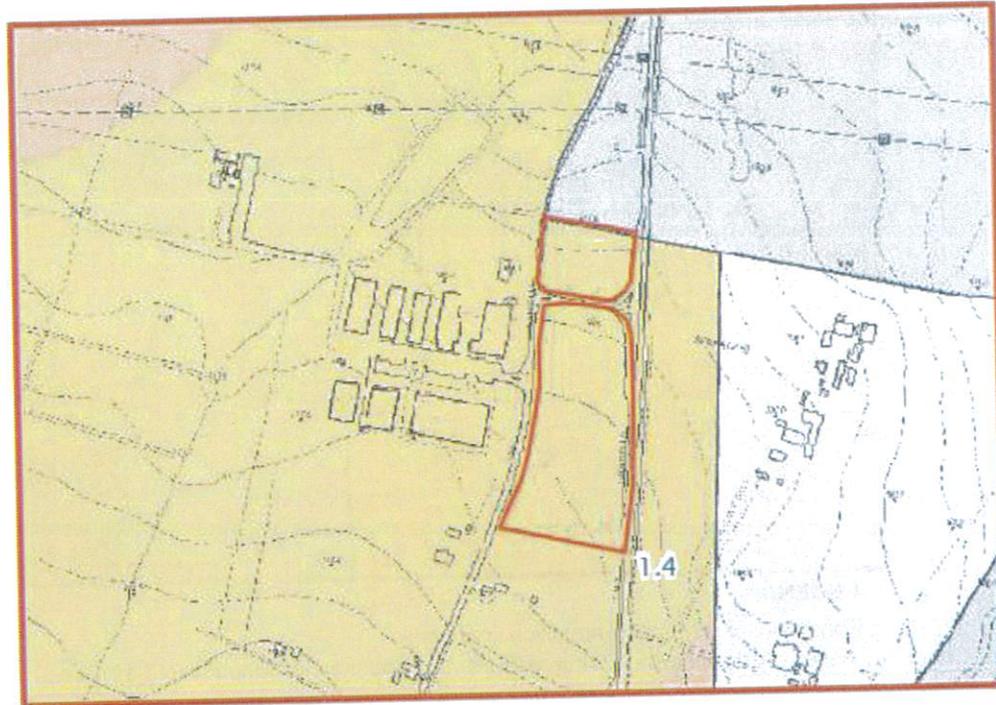
Fattori di amplificazione di intensità sismica Housner nei periodi tra 0.1 e 0.5 sec



Ubicazione dell'area in esame



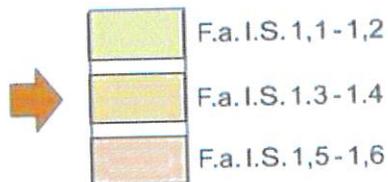
Da PSC comunale "Carta di microzonazione sismica Livello 2



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Fattori di amplificazione di intensità sismica Housner nei periodi tra 0.5 e 1.0 sec



Ubicazione dell'area in esame



TABELLA RIASSUNTIVA MICROZONAZIONE SISMICA

Zona soggetta ad amplificazione sismica per effetti stratigrafici

Profilo stratigrafico costituito da una limitata copertura limo argillosa seguita da ghiaie di paleoalveo ad andamento lentiforme e quindi argille del sub strato marino

$$Vs_{30} = (438 + 443 + 463)/3 = 448 \text{ m/sec}$$

Categoria del suolo: B

Fattore di amplificazione della accelerazione di picco del suolo (P.G.A.) = 1,4 (da PSC)

Fattore di amplificazione della intensità spettrale $0,1s < T_0 < 0,5s$ = 1,4 (da PSC)

Fattore di amplificazione della intensità spettrale $0,5s < T_0 < 1,0s$ = 1,4 (da PSC)

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto (posizione pressochè centrale)

Latitudine (WGS84):	44,5359230 [°]
Longitudine (WGS84):	10,8978176 [°]
Latitudine (ED50):	44,5368652 [°]
Longitudine (ED50):	10,8988218 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	16502	44,556530	10,895160	2205,70
2	16503	44,558040	10,965210	5763,77
3	16725	44,508070	10,967290	6302,15
4	16724	44,506560	10,897270	3372,13

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,486	0,254
SLD	50	0,065	2,496	0,267
SLV	475	0,164	2,367	0,295
SLC	975	0,206	2,390	0,310

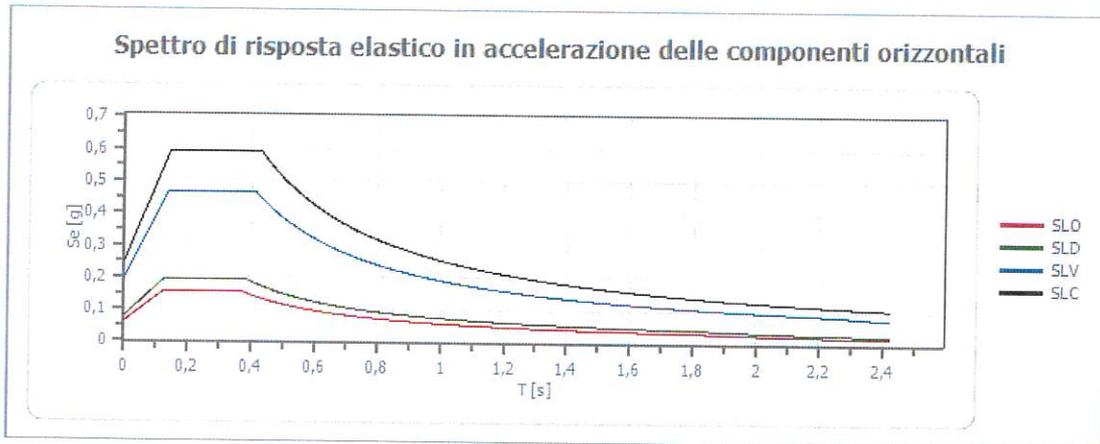
PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Categoria sottosuolo B

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,047	0,069
kv	0,006	0,008	0,024	0,035
amax [m/s ²]	0,612	0,760	1,925	2,422
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,052	2,486	0,254	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,123	0,369	1,808	0,062	0,155
SLD	1,0	0,065	2,496	0,267	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,127	0,382	1,858	0,077	0,193
SLV	1,0	0,164	2,367	0,295	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,137	0,412	2,254	0,196	0,465
SLC	1,0	0,206	2,390	0,310	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,143	0,430	2,423	0,247	0,590

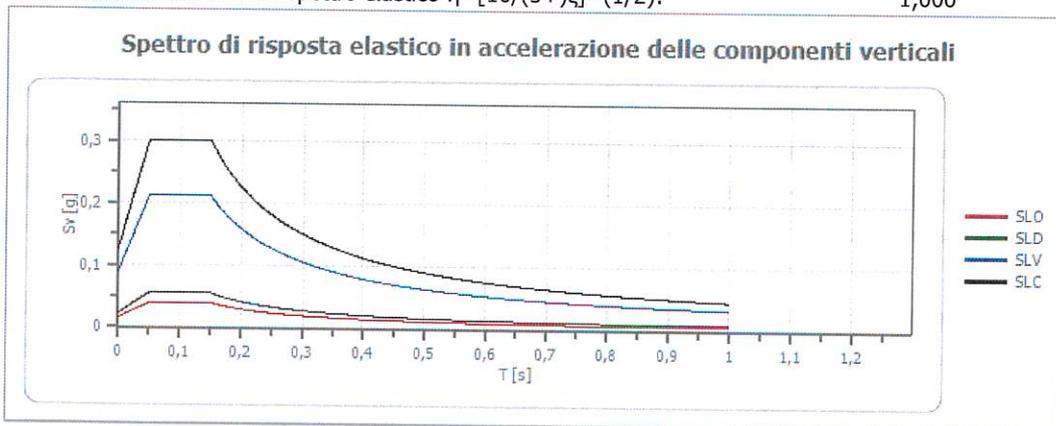
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$:

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,052	2,486	0,254	1	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLD	1,0	0,065	2,496	0,267	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,022	0,055
SLV	1,0	0,164	2,367	0,295	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,089	0,211
SLC	1,0	0,206	2,390	0,310	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,126	0,301

Dove:

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno

Fo: fattore massimo di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale

Tc: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Tr : periodo di ritorno dell'azione sismica

TB: periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

TD: periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi

Kh: coefficiente sismico orizzontale

Kv: coefficiente sismico verticale η

H: fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%,

Beta: coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa sul sito per i coefficienti Kh e Kv

Riferimenti normativi

Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Valutazione del materiale di scavo in riferimento al disposto della vigente normativa

Sarà cura del titolare del permesso di costruire accertare la natura e la destinazione del materiale di scavo ai sensi del D.lgs 152/2006 e successive modificazioni e integrazioni

CONCLUSIONI.

In base alle valutazioni sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrologiche del sito in oggetto e per quanto di competenza dello scrivente nonché nel rispetto delle indicazioni sopra riportate, non si riconoscono controindicazioni al nuovo assetto urbanistico dell'area in esame.

ALLEGATI: ubicazione corografica sul frontespizio.

Ubicazione corografica su CTR e delle indagini eseguite su foto aerea

Tabulati di calcolo con: risultati delle prove penetrometriche eseguite

Documentazione fotografica

Estratto della microzonazione sismica allegata al vigente PSC comunale

Microzonazione sismica di dettaglio

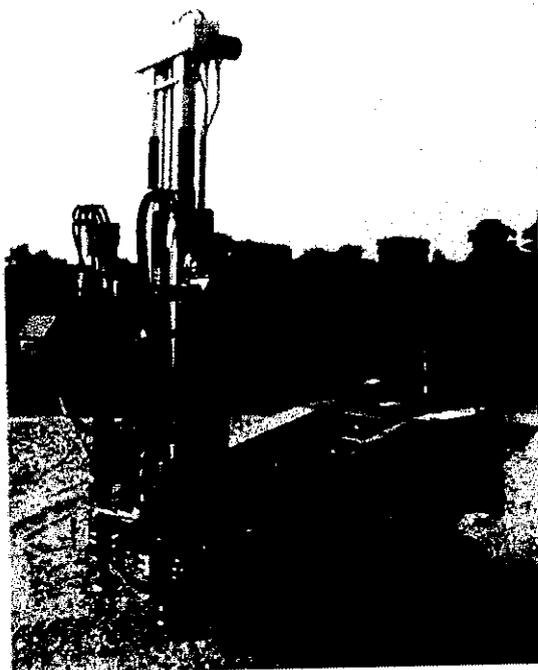
Risultati dell'indagine HVSR sul sito

Carta geolitologica

Fiorano Luglio 2017



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Committente: Immobiliare I.T.V. s.r.l.

Cantiere: Studio sulla edificabilità di un'area a Nord Est di Pozza di Maranello

Località: Pozza di Maranello tra via Nuova Estense e via Vandelli

Caratteristiche Tecniche - Strumentali Sonda: DPH TG63 100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	50 Kg
Altezza di caduta libera	0,50 m
Peso sistema di battuta	0,6 Kg
Diametro punta conica	43,70 mm
Area di base punta	15 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	5,8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,60 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,11
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Operatore e responsabile

Dott. Ildo Facchini

RISULTATI DELLA PROVA n. 1

Prova eseguita in data 6/7/2017

Profondità prova 1,8 m

Acqua non rilevata Rifiuto a -1,8 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile (Kg/cm ²)
0,20	4	0,855	23,45	27,44	1,17	1,37
0,40	8	0,851	46,69	54,88	2,33	2,74
0,60	12	0,847	69,73	82,32	3,49	4,12
0,80	19	0,793	93,09	117,34	4,65	5,87
1,00	45	0,640	177,80	277,92	8,89	13,90
1,20	47	0,636	184,69	290,27	9,23	14,51
1,40	52	0,633	203,24	321,15	10,16	16,06
1,60	49	0,630	190,51	302,62	9,53	15,13
1,80	60	0,626	211,03	336,94	10,55	16,85

Sintesi dei risultati ottenuti dalla prova n. 1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
0,8	10,75	70,49	Coesivo	2,02	1,11	12
1,8	50,6	305,78	Incoerente	1,99	1,11	56

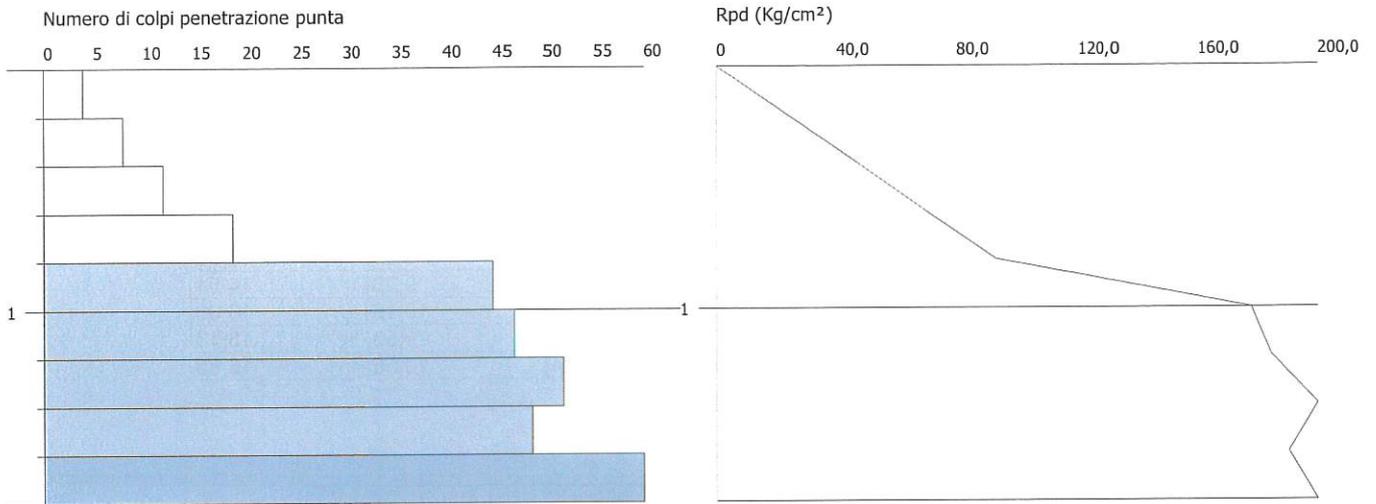
Dott. Ildo Facchini geologo
Fiorano Modenese - Mo -
Tel.Fax. 0536844233 email ildo.facchini@tin.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPH TG 63-100 PAGANI

Committente: Immobiliare I.T.V. s.r.l.
Cantiere: Edificabilità di un'area oggetto di variante al PSC comunale
Località: Pozza di Maranello Via Vandelli - Via Nuova Estense

Data: 06/07/2017

Scala 1:30



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1)	12	0,00-0,80	Sanglerat	1,50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1)	12	0,00-0,80	Robertson (1983)	24,00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	E _{ed} (Kg/cm ²)
Strato (1)	12	0,00-0,80	Stroud e Butler (1975)	55,06

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	E _y (Kg/cm ²)
Strato (1)	12	0,00-0,80	Apollonia	120,00

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1)	12	0,00-0,80	Meyerhof	2,02

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	Skempton 1986	85,81

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	Schmertmann	37

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	D'Appollonia	600,00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	Begemann 1974	142,49

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	Meyerhof ed altri	1,99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	(A.G.I.)	0,24

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2)	56	0,80-1,80	56	Robertson 1983	112,00

RISULTATI DELLA PROVA n. 2

Prova eseguita in data

6/7/2017

Profondità prova

4,8 m

Acqua non rilevata

Rifiuto a -4,8 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	8	0,855	46,90	54,88	2,35	2,74
0,40	7	0,851	40,86	48,02	2,04	2,40
0,60	9	0,847	52,30	61,74	2,61	3,09
0,80	12	0,843	62,50	74,11	3,13	3,71
1,00	20	0,790	97,55	123,52	4,88	6,18
1,20	18	0,786	87,41	111,17	4,37	5,56
1,40	28	0,733	126,73	172,92	6,34	8,65
1,60	16	0,780	77,03	98,81	3,85	4,94
1,80	15	0,776	65,39	84,23	3,27	4,21
2,00	14	0,773	60,79	78,62	3,04	3,93
2,20	11	0,820	50,66	61,77	2,53	3,09
2,40	12	0,817	55,07	67,39	2,75	3,37
2,60	11	0,814	50,30	61,77	2,51	3,09
2,80	11	0,811	45,95	56,63	2,30	2,83
3,00	11	0,809	45,80	56,63	2,29	2,83
3,20	10	0,806	41,50	51,49	2,07	2,57
3,40	9	0,803	37,23	46,34	1,86	2,32
3,60	9	0,801	37,11	46,34	1,86	2,32
3,80	36	0,648	110,96	171,12	5,55	8,56
4,00	32	0,646	98,26	152,11	4,91	7,61
4,20	27	0,694	89,03	128,34	4,45	6,42
4,40	48	0,591	134,94	228,16	6,75	11,41
4,60	52	0,589	145,64	247,17	7,28	12,36
4,80	60	0,587	155,50	264,86	7,77	13,24

Sintesi dei risultati ottenuti dalla prova n. 2

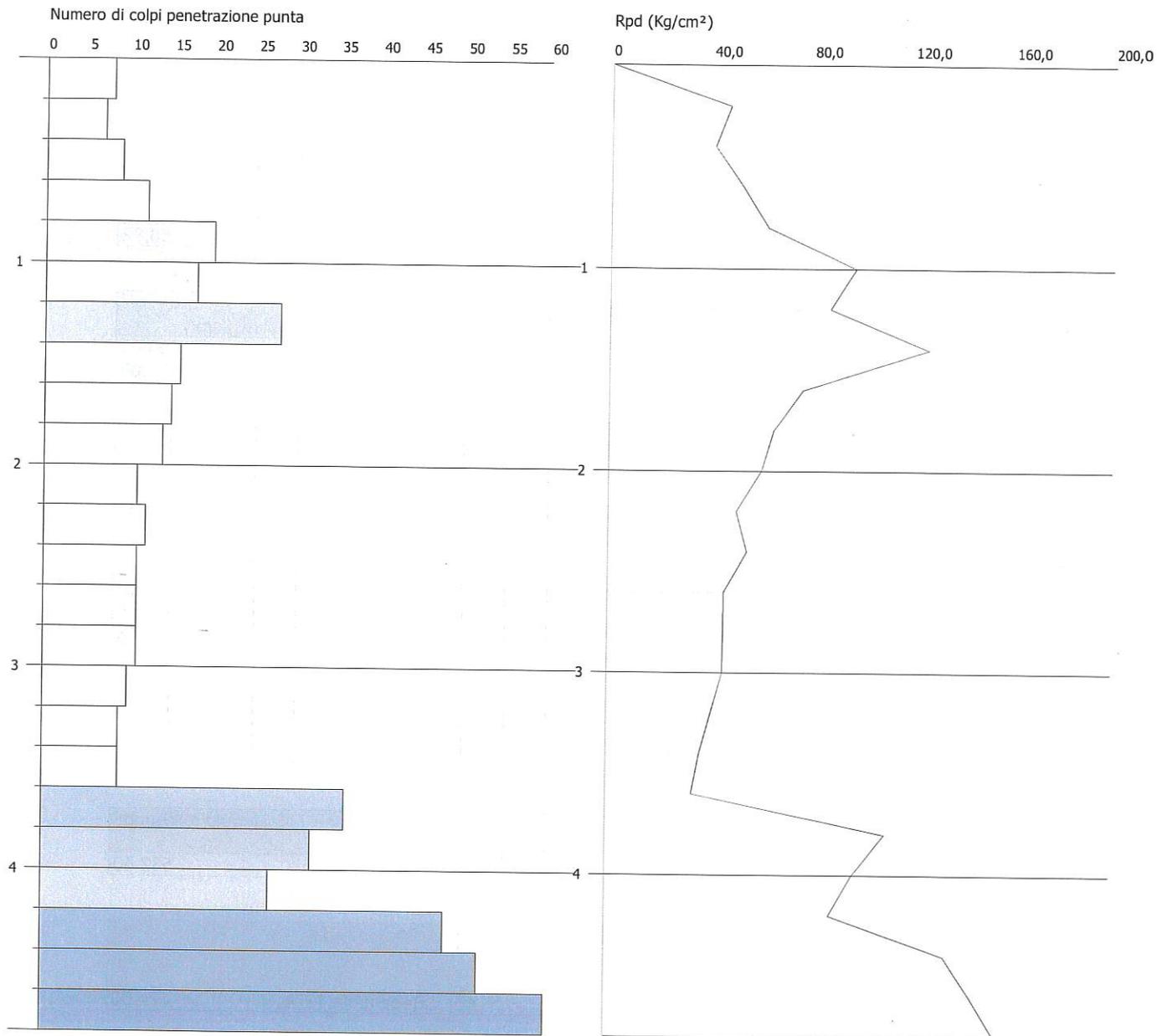
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT
0,6	8	54,88	Coesivo	1,94	1,11	9
3,6	13,8	79,45	Coesivo	2,07	1,11	15
4,8	42,5	198,63	Incoerente	1,99	1,11	47

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPH TG 63-100 PAGANI

Committente: Immobiliare I.T.V. s.r.l.
Cantiere: Edificabilità di un'area oggetto di variante al PSC comunale
Località: Pozza di Maranello Via Vandelli - Via Nuova Estense

Data: 06/07/2017

Scala 1:30



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2
TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-0,60	Sanglerat	1,13
Strato (2)	15	0,60-3,60	Sanglerat	1,88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-0,60	Robertson (1983)	18,00
Strato (2)	15	0,60-3,60	Robertson (1983)	30,00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-0,60	Stroud e Butler (1975)	41,29
Strato (2)	15	0,60-3,60	Stroud e Butler (1975)	68,82

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-0,60	Apollonia	90,00
Strato (2)	15	0,60-3,60	Apollonia	150,00

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1)	9	0,00-0,60	Meyerhof	1,94
Strato (2)	15	0,60-3,60	Meyerhof	2,07

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	Skempton 1986	77,9

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	Schmertmann	37

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	D'Appollonia	532,50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	Begemann 1974	124,00

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	Meyerhof ed altri	1,99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	(A.G.I.)	0,26

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (3)	47	3,60-4,80	47	Robertson 1983	94,00

RISULTATI DELLA PROVA n. 3

Prova eseguita in data

6/7/2017

Profondità prova

3,6 m

Acqua non rilevata

Rifuto a -3,6 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile (Kg/cm ²)
0,20	7	0,855	41,04	48,02	2,05	2,40
0,40	7	0,851	40,86	48,02	2,04	2,40
0,60	8	0,847	46,49	54,88	2,32	2,74
0,80	9	0,843	46,88	55,58	2,34	2,78
1,00	10	0,840	51,86	61,76	2,59	3,09
1,20	16	0,786	77,69	98,81	3,88	4,94
1,40	20	0,783	96,70	123,52	4,83	6,18
1,60	30	0,730	135,17	185,28	6,76	9,26
1,80	32	0,676	121,54	179,70	6,08	8,99
2,00	40	0,623	139,98	224,63	7,00	11,23
2,20	55	0,620	191,53	308,86	9,58	15,44
2,40	47	0,617	162,89	263,94	8,14	13,20
2,60	37	0,664	138,02	207,78	6,90	10,39
2,80	44	0,611	138,51	226,54	6,93	11,33
3,00	53	0,609	166,09	272,88	8,30	13,64
3,20	55	0,606	171,60	283,17	8,58	14,16
3,40	53	0,603	164,65	272,88	8,23	13,64
3,60	60	0,601	185,62	308,92	9,28	15,45

Sintesi dei risultati ottenuti dalla prova n. 3

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (v/m ³)	Coeff. di correlaz. con Nspi	NSPi
1	8,2	53,65	Coesivo	1,94	1,11	9
1,4	18	111,16	Coesivo	2,10	1,11	20
3,6	46	248,6	Incoerente	1,99	1,11	51

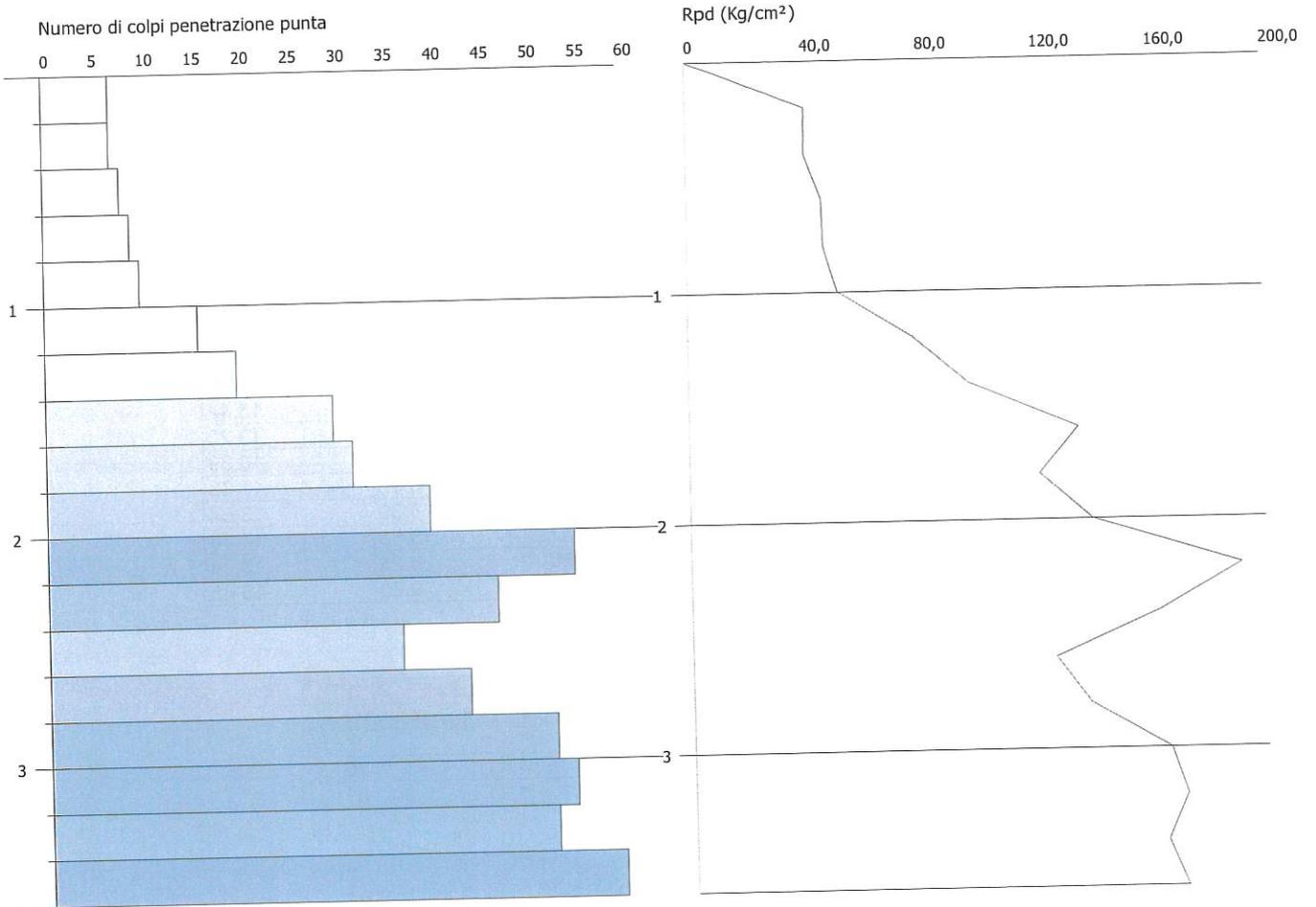
Dott. Ildo Facchini geologo
Fiorano Modenese - Mo -
Tel.Fax. 0536844233 email ildo.facchini@tin.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPH TG 63-100 PAGANI

Data: 06/07/2017

Committente: Immobiliare I.T.V. s.r.l.
Cantiere: Edificabilità di un'area oggetto di variante al PSC comunale
Località: Pozza di Maranello Via Vandelli - Via Nuova Estense

Scala 1:30



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-1,00	Sanglerat	1,13
Strato (2)	20	1,00-1,40	Sanglerat	2,50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-1,00	Robertson (1983)	18,00
Strato (2)	20	1,00-1,40	Robertson (1983)	40,00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-1,00	Stroud e Butler (1975)	41,29
Strato (2)	20	1,00-1,40	Stroud e Butler (1975)	91,76

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1)	9	0,00-1,00	Apollonia	90,00
Strato (2)	20	1,00-1,40	Apollonia	200,00

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1)	9	0,00-1,00	Meyerhof	1,94
Strato (2)	20	1,00-1,40	Meyerhof	2,10

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	Skempton 1986	81,21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	Schmertmann	37

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	D'Appollonia	562,50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	Begemann 1974	132,22

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	Meyerhof ed altri	1,99

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	(A.G.I.)	0,25

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q (Kg/cm ²)
Strato (3)	51	1,40-3,60	51	Robertson 1983	102,00