



Comune di Vernio (PO)

## Piano Attuativo

PER IL COMPLETAMENTO DELLE DOTAZIONI DELLA PISCINA TRAMITE  
REALIZZAZIONE DI EDIFICIO DESTINATO A SPOGLIATOI E AREA RISTORO



RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'  
AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020  
E NORME SOVRAORDINATE



rev. 0 - luglio 2022

Progetto: ing. Stefano Ciuoffo  
Committente: HOTEL MARGHERITA

## SOMMARIO

1	PREMESSE.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	3
3	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
4	PROPOSTA ATTUATIVA.....	7
5	INDAGINI IN SITO E MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	7
6	MODELLO GEOLOGICO E SISMO-STRATIGRAFICO.....	10
6.1	Analisi del potenziale di liquefazione.....	11
7	CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL DPGR N° 5/R/2020.....	12
7.1	pericolosità geologica.....	12
7.2	pericolosità idraulica.....	12
7.3	pericolosità sismica locale.....	12
8	FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO.....	13
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	14

### ALLEGATI (nel testo)

- Estratto CTR multiscala
- Estratto carta geologica regionale
- Estratto reticolo idrologico
- Estratti MZS
- Estratti PS

### ALLEGATI (fuori testo)

- report prova penetrometrica DPSH
- report indagine sismica MASW
- report indagini VEL: stratigrafia sondaggio, prova DH e linea a rifrazione
- report verifica della stabilità a liquefazione

Comune di Vernio (PO)

## Piano Attuativo

PER IL COMPLETAMENTO DELLE DOTAZIONI DELLA PISCINA TRAMITE  
REALIZZAZIONE DI EDIFICIO DESTINATO A SPOGLIATOI E AREA RISTORO



RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA' AI SENSI DEL DPGR 5/R/2020

E NORME SOVRAORDINATE

REV. 0

### 1 PREMESSE

La stesura della seguente nota è stata predisposta a supporto della proposta di Piano Attuativo per il completamento di strutture ricettive presso la loc. Montepiano nel Comune di Vernio, finalizzato alla formazione di un edificio destinato a spogliatoi e area ristoro nei pressi della piscina realizzata a servizio dell'Hotel Margherita. L'indagine è redatta su incarico della proprietà dell'area e sulla base del progetto architettonico dell'ing. Ciuoffo, di cui si allegano alcuni stralci.

Lo scopo della presente disamina consiste nella verifica della fattibilità della proposta attuativa ai sensi delle vigenti norme regionali in materia di pianificazione urbanistica.

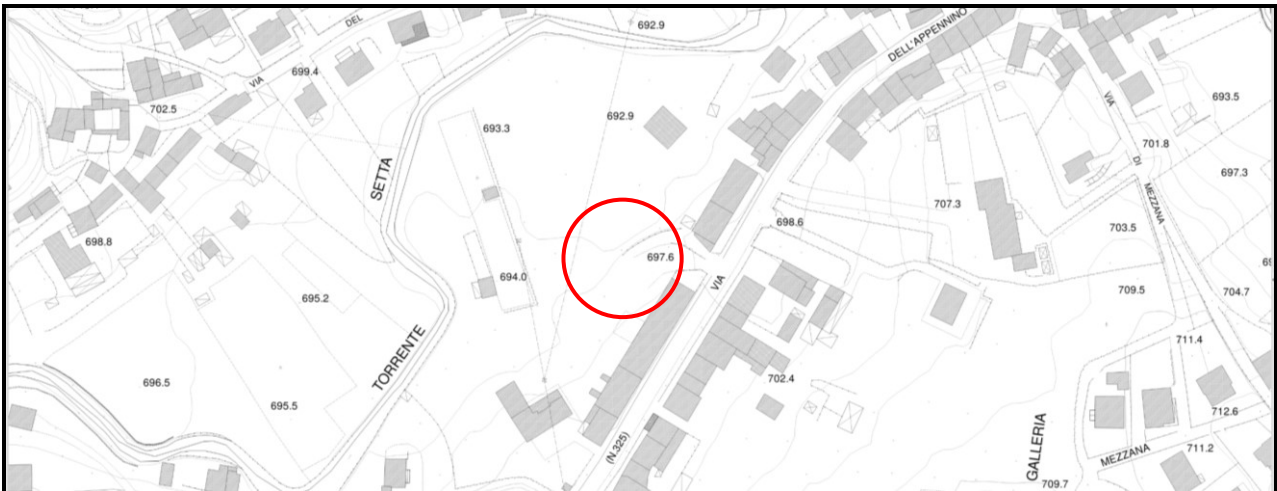
La relazione è redatta ai sensi della LR 65/2014, del nuovo PIT approvato con DCRT 37/2015 e del DPRG 5/R/2020 "Regolamento di Attuazione dell'art. 104 della LR 65/2014 in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche" e secondo le "Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche" di cui all'allegato A della DGRT 31 del 20/1/2020.

### 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

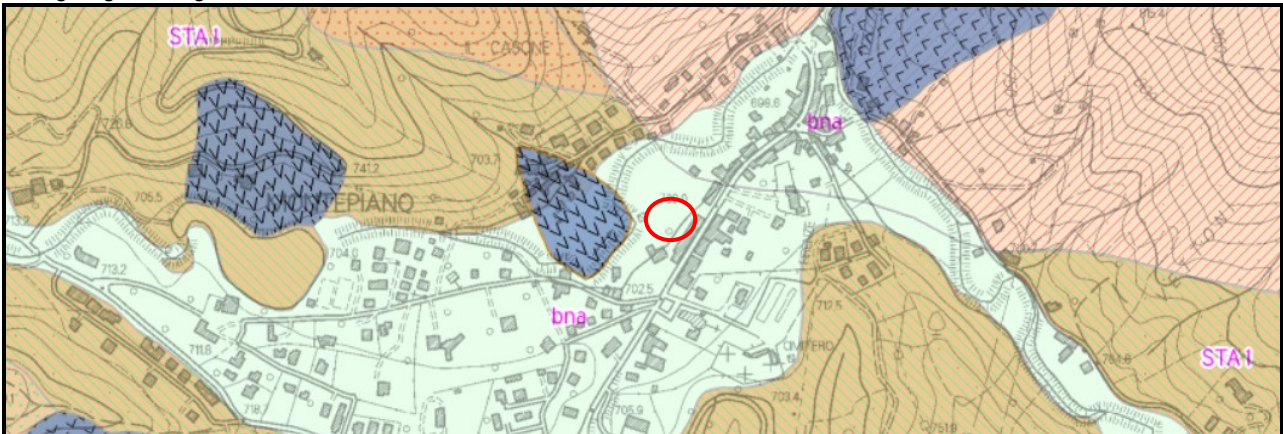
L'area di intervento ricade in corrispondenza dell'abitato di Montepiano, sul rilievo interposto tra i bacini idrografici del Bisenzio e del Reno. L'area si sviluppa alla quota di circa 700 m slmm. L'area ricade nel F. 106 tav. IV della carta d'Italia redatta dall'IGM in scala 1:25.000, e nella sezione 252100 della CRT in scala 1:10.000. L'area è interessata dalla presenza di alluvioni terrazzate del T. Setta, presente poco più a valle con la sua copertura alluvionale recente. Queste si sovrappongono alla fm. arenaceo-pelitica di Stagno che affiora diffusamente sui versanti contermini.

Gli studi di MZS identificano nell'area in studio gli spessori massimi di copertura rilevati nella conca fluviale, con presenza di ghiaie pulite, ghiaie e sabbie da poco a mediamente addensate.

Estratto CTR multiscala



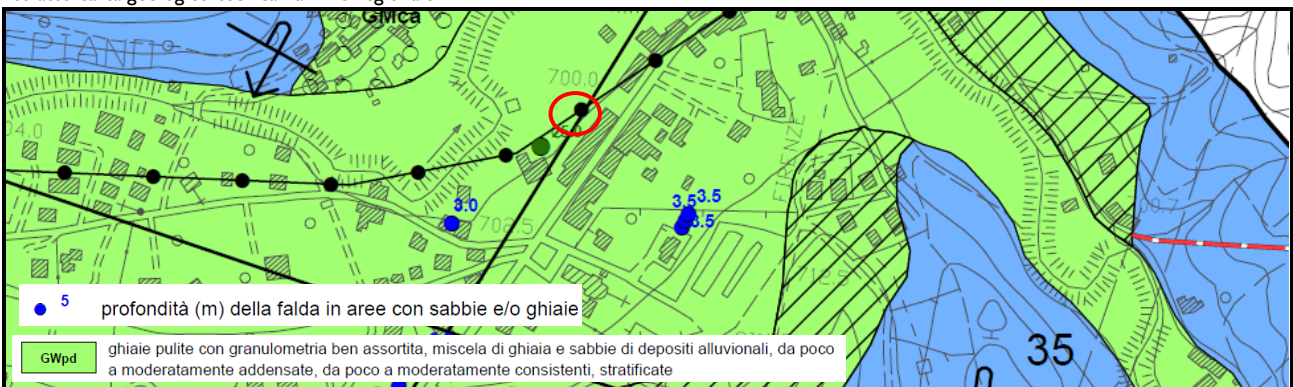
Carta geologica DB regionale



L'edificio si sviluppa a cavallo del debole pendio presente tra la viabilità principale dell'abitato e il falsopiano che si sviluppa verso sud. Non si segnalano all'osservazione diretta né dai dati tematici disponibili fenomeni di instabilità o indizi in tal senso.

La copertura alluvionale recente è permeata da una falda freatica posta in collegamento idraulico con i corsi d'acqua che la solcano, mentre le alluvioni terrazzate su cui si imposta l'edificio, più resistenti per preconsolidazione, risultano sature da profondità maggiori.

Estratto carta geologico-tecnica da MZS regionale



### 3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'area interessata dall'intervento ricade al di fuori della fascia di tutela assoluta dei corsi d'acqua (ex ambito A) secondo le disposizioni del R.D. 523/1904, LR 41/2018 e DCRT 37/2015 (nuovo PIT).

Estratto reticolo idrologico RT



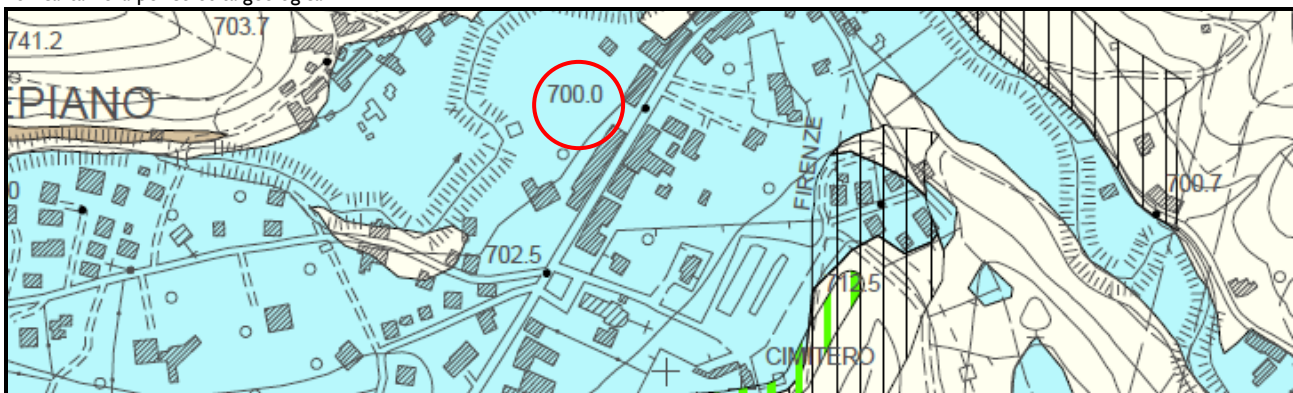
Il Piano Strutturale di Vernio attribuisce al sito le seguenti classi di pericolosità ai sensi del DPGR 53/R/2011:

- G1 – pericolosità geologica bassa
- I1 – pericolosità idraulica bassa ( $T_r > 500$  anni)
- S3 – non disponibile per il sito in questione, escluso dallo studio di microzonazione, che tuttavia comprende parte della proprietà con analoghe caratteristiche stratigrafiche: pericolosità sismica elevata per possibili fenomeni di amplificazione stratigrafica ad alto contrasto e bassa profondità

Non ricade in area soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi RD 3267/1923, né in area boscata.

Non risultano ulteriori vincoli sovraordinati, né limitazioni d'uso tali da limitare la fattibilità dell'intervento.

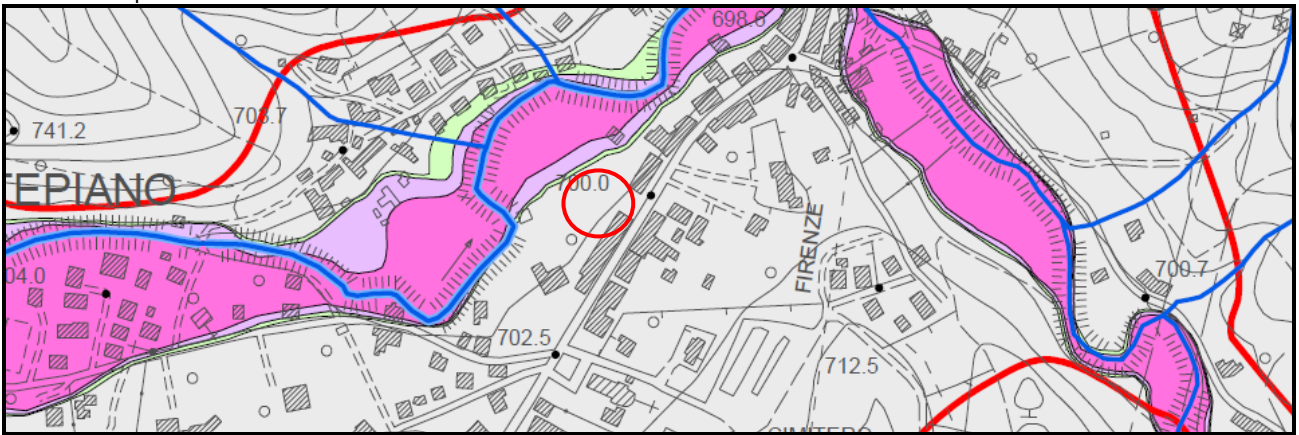
PS –carta della pericolosità geologica



G.1 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA

- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
  - terreni argillosi ed a struttura caotica con pendenze inferiori al 5%
  - terreni sabbiosi e sabbioso-giaiosi con pendenze inferiori al 10%
  - terreni litoidi molto fratturati con pendenze inferiori al 10%
  - terreni litoidi poco fratturati e di buona qualità con pendenze inferiori al 10%

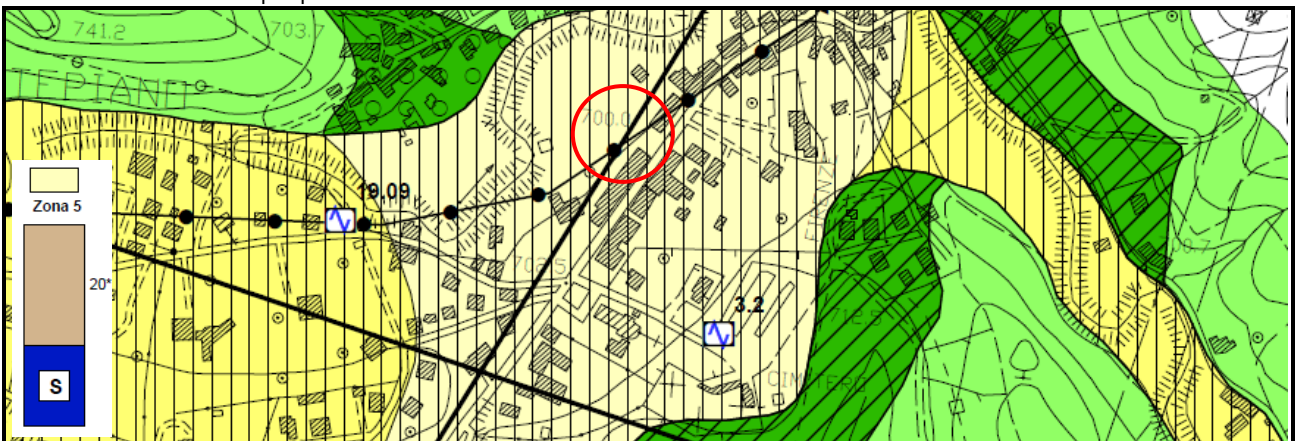
PS –carta della pericolosità idraulica



(I.1) Pericolosità idraulica bassa

aree collinari e morfologicamente rialzate

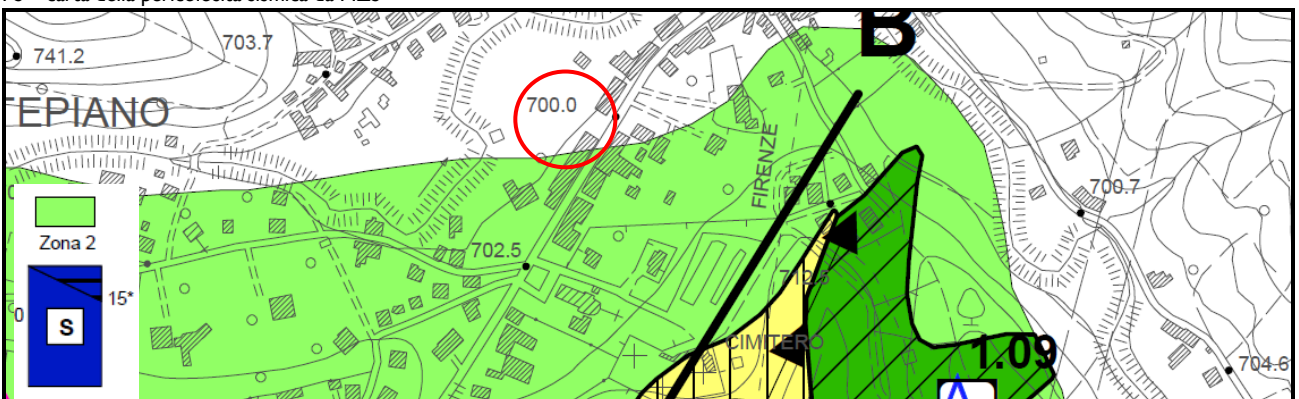
PS – carta delle microzone in prospettiva sismica da MZS



aree con terreni sabbiosi e con superficie della falda freatica e/o delle falde in pressione inferiore a 15 metri dal piano di campagna

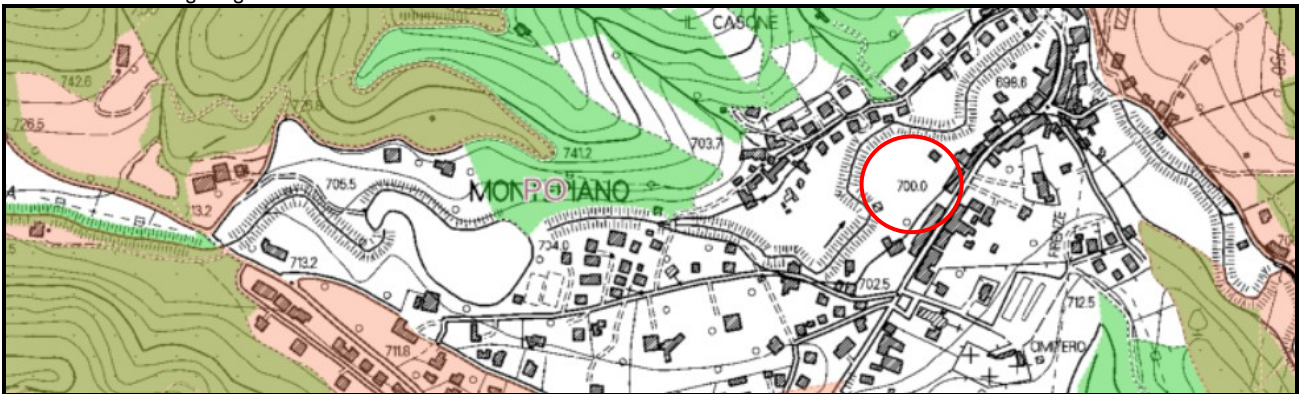
ghiaie ben assortite, miscela di ghiaia e sabbia, moderatamente addensate, stratificate

PS – carta della pericolosità sismica da MZS



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI - Pericolosità sismica S.3

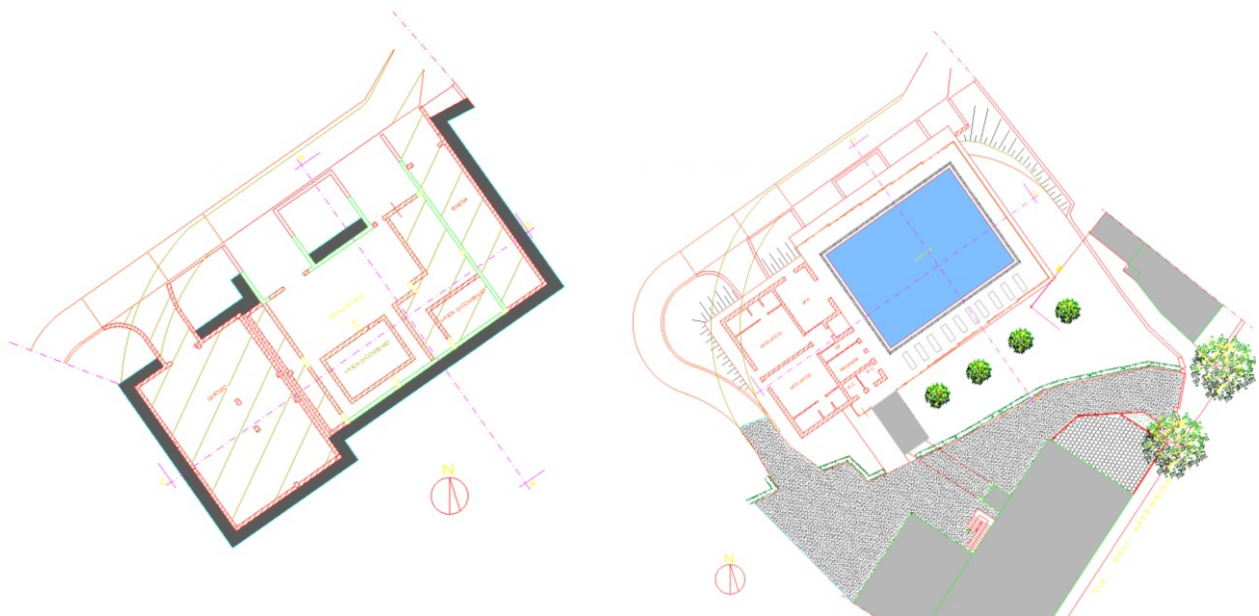
carta del vincolo idrogeologico



#### 4 PROPOSTA ATTUATIVA

Il progetto propone il miglioramento dell'offerta ricettiva esistente tramite completamento dell'intervento di costruzione della piscina con le dotazioni necessarie a completamento, prevedendo in primo luogo un edificio destinato a spogliatoi ed un piccolo bar per servire anche gli ospiti esterni all'Hotel, mentre fruiscono della piscina e dei giardini circostanti.

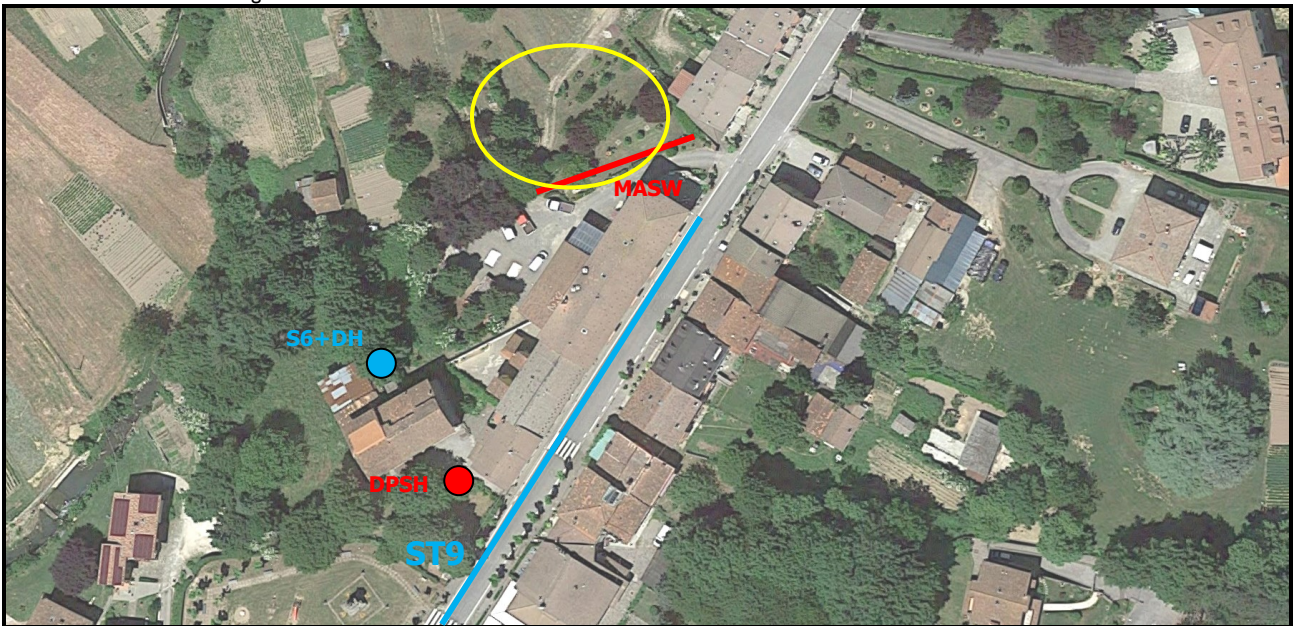
Nello stralcio che segue lo stato sovrapposto al piano interrato e piano terra.



#### 5 INDAGINI IN SITO E MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

A supporto di precedenti interventi nell'area di indagine sono state eseguite in sito le indagini indicate nei seguenti punti.

#### Ubicazione intervento e indagini



### 5.1 RILIEVO GEOLOGICO E INDAGINI VEL

Sono state consultate le indagini VEL disponibili a breve distanza, dalle quali è possibile formulare le seguenti osservazioni:

- ❑ il carotaggio attraversa circa 10 m di alluvioni sabbioso-limose con livelli di ghiaia e clasti, con  $N_{SPT}$  30-40, a cui seguono alluvioni grossolane fino a 20 m con  $N_{SPT} > 50$ , e addensate miste a trovanti fino a 25; da qui bedrock argillitico-arenaceo molto alterato e successivamente arenaceo di discreta qualità
- ❑ la prova sismica in foro eseguita nella stessa verticale evidenzia  $V_s$  di circa 400 m/s fino a 20m (coperture alluvionali), circa 900 fino a 25 (materiali misti di rielaborazione in posto) e quindi 1250 (bedrock)
- ❑ la linea a rifrazione eseguita sulla strada evidenzia invece coperture con  $V_s$  superficiali  $< 400$ , circa 2 m, poi 550 per circa 20 m di spessore poggianti su substrato sismico con  $V_s > 1200$  m/s.

### 5.2 INDAGINE PENETROMETRICA

I risultati della prova DPSH hanno fornito i seguenti risultati:

- ❑ la verifica evidenzia da terreno di bassa resistenza dinamica fino a 1.4 m ( $N_{20}$  3.5,  $N_{SPT}$  5), corrispondente a terreno sottile, quindi terreno con resistenza medio-bassa variabile da 5 a 20 con una media di 10 ( $N_{20}$  10,  $N_{SPT}$  15) fino a quasi 15 m, seguita da netto rifiuto.

### 5.3 RILIEVO FREATIMETRICO

E' stato rilevato un livello piezometrico nel foro di prova a 8 m in stagione autunnale.



Sono facilmente ipotizzabili risalite del livello di saturazione, pertanto si assumerà un livello freatico di progetto con soggiacenza media di 5 m e minima di 3 m.

#### 5.4 INDAGINE SISMICA IN SITO: MASW

E' stata realizzata in sito una prova sismica finalizzata alla determinazione del profilo sismo-stratigrafico del sottosuolo in termini di  $V_{sh}$ , consistente di una prova multicanale attiva con tecnica MASW (geometria lineare); questa utilizza la dispersione delle onde superficiali di Rayleigh o di Love, e consente la determinazione del modello sismo-stratigrafico.

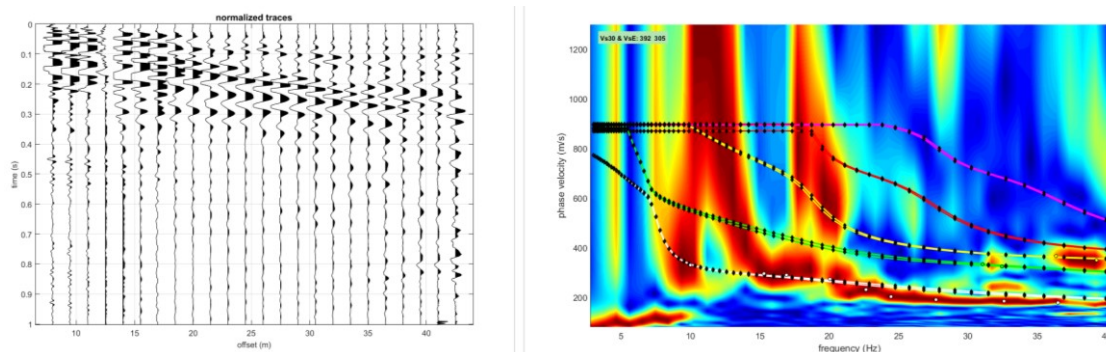
Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit. Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.1. L'attrezzatura è completata da due cavi sismici a 12 takes out spaziatati a 5 m, con connettori cannon montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz orizzontali, mazza di battuta da 10 Kg. In questo caso si è proceduto con l'acquisizione delle componenti radiali per l'analisi delle onde di Rayleigh. Lo stendimento impiegato per il profilo MASW ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 1.5 m
- n. shots: 3 a distanze di 6, 8, e 10 metri dalla linea geofonica
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Lo stendimento è da considerare orizzontale ai fini dell'interpretazione, in quanto i dislivelli lungo la linea sono trascurabili ai fini dell'interpretazione.

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW vers. Academy 2018, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Il programma è in grado di operare sui records in formato .SGY e .SG2 prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Sono stati analizzati tutti i dataset disponibili; i dati seguenti si riferiscono al dataset più chiaro (offset minimo a 8 m), e rappresentano lo spettro di velocità, a cui si sovrappongono le curve di alcuni modelli di input e il picking su cui è stata ottenuta l'inversione.

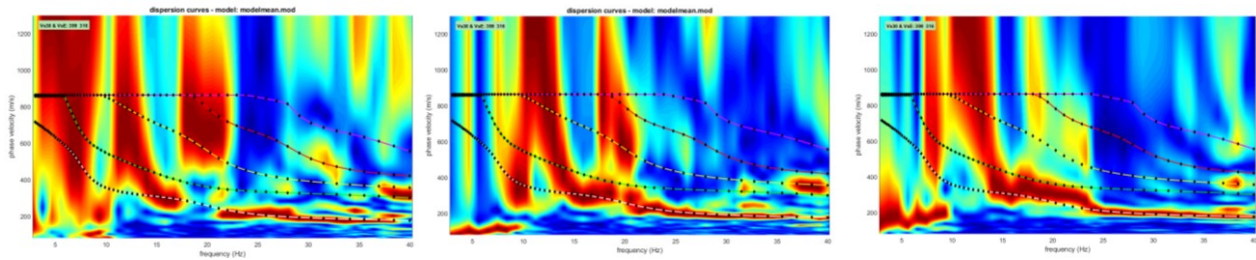


L'inversione dei dati in termini di algoritmi genetici, successiva a una modellazione diretta della curva che consente un controllo a monte sul modello di riferimento utilizzato per l'interpretazione, consente di ottenere una successione sismo-stratigrafica caratterizzata diversi strati a diversa velocità  $V_{sh}$ , con riferimento alla mezzeria dello stendimento sismico, come illustrato in allegato. Il risultato dell'elaborazione fornisce il seguente modello:

## MODELLO MEDIO

strato	1	2	3	4
Vsh (m/sec)	177	213	382	865
spessore (m)	1.7	2.9	15.6	semispazio
Profondità base	1.7	4.6	20.2	semispazio
V <sub>s30</sub> del modello medio	398 m/sec da p.c.			
Spessore copertura	20.2 m			
V <sub>seq</sub> della copertura	315 m/sec			
V <sub>Sbed</sub>	865			
Contrasto	alto			

Di seguito il fit del modello medio sui dataset disponibili:



Tenendo conto dei risultati della DH adiacente, che fornisce valori attendibili a profondità maggiore, il modello diventa:

strato	1	2	3	4	5	6
Vsh (m/sec)	239	364	487	416	909	1247
spessore (m)	1	5	5	9	5	semispazio
Profondità base	2.7	1	6	11	20	25
V <sub>s30</sub> del modello medio	506 m/sec da p.c.					
Spessore copertura	20 m					
V <sub>seq</sub> della copertura	401 m/sec					
V <sub>Sbed</sub>	909/1247					
Contrasto	alto					

Con i dati ottenuti dall'indagine si ottiene fino dal piano di campagna, come anche da pochi metri di sotto, un profilo sismo-stratigrafico caratterizzato da basse e medie velocità per spessori <30 m poggianti su bedrock con alto contrasto di velocità, assimilabile a suolo E di cui alle NTC 2018: "Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m".

La categoria assegnata concorda con le informazioni geologiche e stratigrafiche di carattere generale già descritte in precedenza.

## 6 MODELLO GEOLOGICO E SISMO-STRATIGRAFICO

Si fa riferimento per la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica preliminare alle indagini geognostiche svolte in sito, e a quanto già disponibile negli studi di Microzonazione.

Le indagini in sito evidenziano un modello geologico consistente di:

- ❑ livello 0: riporti antropici, spessore 0.3 m, localmente superiore
- ❑ livello 1: alluvioni limo-sabbiose di normale addensamento, a comportamento misto, bassi valori di  $N_{SPT}$  (5), umido, spessore 0.9 m, profondità della base 1.2 m
- ❑ livello 2: alluvioni limo-sabbioso-ghiaiose di normale addensamento, a comportamento incoerente, medio-bassi valori di  $N_{SPT}$  (15-25), umido, saturo sotto i 5 m, spessore 14 m circa, profondità della base 15 m circa
- ❑ livello 3: bedrock arenaceo-pelitico.

## 6.1 ANALISI DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento sismico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare. Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Dall'analisi dei dati litotecnici descritti risulta la presenza di una falda superficiale, tale da garantire un grado di imbibizione sotto alcuni metri dal p.c., mentre non risultano a queste profondità depositi incoerenti monogranulari fini; tuttavia compaiono sedimenti alluvionali incoerenti di bassa resistenza dinamica, e pertanto si procede alla verifica numerica.

La verifica della stabilità a liquefazione è completata utilizzando i dati della prova dinamica DPSH in sito; utilizzando il codice di calcolo di Seed e Idriss semplificato in prima istanza per la ricerca dello strato critico e il codice di Iwasaki et al. modificato per NTC per la determinazione del fattore di sicurezza alla liquefazione per lo strato suddetto, con l'ausilio di fogli di calcolo.

I metodi in questione utilizzano i parametri di resistenza dinamica correlati nel fattore  $N_{SPT}$ , stimato direttamente dai parametri della prova per i vari livelli sotto falda (da 5 a 15 m), per calcolare la resistenza del terreno normalizzata alla profondità di posa. Da qui si procede al calcolo della resistenza al taglio mobilitata (CRR) e dello sforzo di taglio indotto dal sisma CSR. Da qui il fattore di sicurezza alla liquefazione FS dei singoli strati come rapporto tra i due valori precedenti.

La verifica prevede cautelativamente falda media a 5 m dal piano campagna, accelerazione max al sito 0.29 g dedotta direttamente dai parametri sismici sito-specifici valutati nel presente studio per lo stato limite salvaguardia della vita SLV, e Mw 6.6 dedotta per la zona 915 Garfagnana-Mugello dallo studio INGV ZS9.

Il risultato, esposto nei report allegato a fine nota, evidenzia un tipo di suolo limitatamente soggetto a potenziale liquefazione, con fattori di sicurezza sufficienti e con un minimo per il livello basale della successione ghiaiosa.

La determinazione di  $F_s$  per lo strato critico nelle condizioni dinamiche specifiche suddette consente di ottenere, per contenuto in fini del 15% compatibile con le caratteristiche del deposito, un

fattore  $F_s$  minimo, per un'ampia gamma di valori di  $d_{50}$ , di  $1.3 > 1.25$  che è il fattore minimo imposto dalle NTC18. Per contenuto nullo di fini, valore non compatibile con la granulometria del deposito ma di carattere cautelativo, il valore di  $F_s$  scende a 1.28, ancora  $> 1.25$ .

## 7 CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL DPGR N° 5/R/2020

Come ultima fase l'indagine si propone di definire la fattibilità degli interventi previsti dal piano, sulla base del rapporto tra l'attuale stato di pericolosità dei luoghi e la previsione di progetto. Si provvederà ad un'analisi dettagliata eseguita separatamente per i singoli aspetti di rischio. Sono state quindi rivalutate sulla scorta delle indagini di dettaglio le classificazioni di pericolosità attai sensi del 5/R.

### 7.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La struttura geologica del sito di intervento è ascrivibile sulla base delle osservazioni e indagini condotte a una zona di piana alluvionale prossimale con depositi di elevata energia di circa 15 m spessore, poggianti su bedrock rigido.

Non sono emerse problematiche legate alla limitata consistenza dei depositi superficiali, che sono risultati di normale profilo meccanico; né d'altronde sono emerse problematiche legate a fenomeni di subsidenza.

Pertanto si conferma, concordemente alle indicazioni contenute nel punto C.1 del § 2.1 allegato A del DPGR 5/R/2020, una pericolosità geomorfologica bassa (G1): *“aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi”*.

### 7.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Le valutazioni del PS non indicano possibilità di esondazioni per elevati tempi di ritorno. Viene quindi confermata, conformemente al punto C.2 dello stesso allegato, l'attribuzione ad area a pericolosità per alluvioni rare (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.

### 7.3 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Vista la struttura geologica e sismo-stratigrafica di massima del sito e i risultati delle indagini sismiche dello studio di MZS come descritto in precedenza, tra gli elementi che concorrono a definire la pericolosità sismica locale si può ipotizzare che l'area sia interessata da:

- 1) presenza di terreni con normali caratteristiche meccaniche, limitatamente suscettibili di cedimenti e densificazione, di modesto spessore e non suscettibili di liquefazione (si vedano le relative verifiche)
- 2) zona stabile suscettibile di amplificazioni locali connesse con contrasti di impedenza sismica entro alcune decine di metri dal piano campagna.

La presenza degli elementi citati, secondo le indicazioni dell'allegato A del DPGR 5/R punto C.3, conferma la classificazione della zona interessata dall'intervento oggetto di pianificazione a

pericolosità sismica locale elevata (S3): “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna”.

## 8 FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

In ultima analisi l'indagine definisce la fattibilità globale dell'intervento in previsione, in base all'interazione tra l'attuale stato di pericolosità dei luoghi e la tipologia degli stessi. Concordemente con le Direttive del DPGR n° 5/R (allegato A, punti 3.2, 3.3 e 3.6), le condizioni di fattibilità degli interventi proposti sono definibili come rappresentato di seguito, e comportano:

per gli aspetti geologici:

“3.2.4. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico”.

per gli aspetti idraulici:

Non sono previste limitazioni nelle aree caratterizzate da alluvioni rare.

per gli aspetti sismici:

“3.6.3. Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione” – LIQ, approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015 , n.144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della “zona di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ” e della “zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ”; le verifiche effettuate consentono di escludere il rischio di liquefazione.

- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione. Le indagini sismiche svolte nell'area di intervento, unitamente alle indagini VEL disponibili nelle immediate vicinanze, hanno consentito la completa modellazione sismo-stratigrafica del sito.

Sulla base di quanto esposto non sono da prevedere particolari condizioni di fattibilità a corredo del progetto edilizio e strutturale.

- ❑ per le problematiche di vulnerabilità idrogeologica non sono da prevedere particolari precauzioni in quanto ricadente in area urbanizzata e servita da reti tecnologiche.

## 9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine geologico-tecnica, completata allo scopo di definire la fattibilità della previsione urbanistica in oggetto di indagine ai sensi Regolamento Regionale 5/R/2020, ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità dell'area ai sensi delle vigenti norme, e di definire analogamente la fattibilità degli interventi previsti e le condizioni che rendono attuabili gli interventi stessi.

L'intervento è risultato fattibile alle seguenti condizioni:

- ❑ senza particolari condizioni – per gli aspetti geologici
- ❑ senza ulteriori condizioni – per gli aspetti sismici
- ❑ senza particolari condizioni – per gli aspetti idraulici.

Le indagini geotecniche e sismiche già eseguite sono adeguate alla classe di intervento sotto il profilo strutturale (DPGR 36/R/2011, NTC18) per le tipologie di intervento edilizio previste, salvo specifiche necessità del progetto, e costituiscono la base della relazione geologica prevista a supporto della successiva pratica edilizia (Permesso a Costruire, SCIA).

Quarrata, 30 luglio 2022

Geol. Benedetta Polverosi



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 63-100 EML.C**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M <sub>s</sub> = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L <sub>a</sub> = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	M <sub>a</sub> = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P <sub>1</sub> = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,66 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Q <sub>spt</sub> = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ ( teoricamente : N <sub>spt</sub> = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub> [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Geosintesi  
 - cantiere :  
 - località : loc. Montepiano - via dell'Appennino  
 - note : Rifiuto strumentale

- data : 13/11/2009  
 - quota inizio : 0  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	9	94,6	----	1	7,40 - 7,60	21	128,5	----	9
0,20 - 0,40	4	42,0	----	1	7,60 - 7,80	34	208,1	----	9
0,40 - 0,60	3	28,9	----	2	7,80 - 8,00	35	214,2	----	9
0,60 - 0,80	3	28,9	----	2	8,00 - 8,20	21	128,5	----	9
0,80 - 1,00	4	38,6	----	2	8,20 - 8,40	25	153,0	----	9
1,00 - 1,20	4	38,6	----	2	8,40 - 8,60	24	139,6	----	10
1,20 - 1,40	6	57,9	----	2	8,60 - 8,80	20	116,3	----	10
1,40 - 1,60	12	106,9	----	3	8,80 - 9,00	20	116,3	----	10
1,60 - 1,80	19	169,3	----	3	9,00 - 9,20	20	116,3	----	10
1,80 - 2,00	25	222,8	----	3	9,20 - 9,40	43	250,1	----	10
2,00 - 2,20	24	213,9	----	3	9,40 - 9,60	18	99,8	----	11
2,20 - 2,40	28	249,5	----	3	9,60 - 9,80	11	61,0	----	11
2,40 - 2,60	24	198,8	----	4	9,80 - 10,00	15	83,1	----	11
2,60 - 2,80	17	140,8	----	4	10,00 - 10,20	20	110,8	----	11
2,80 - 3,00	14	115,9	----	4	10,20 - 10,40	23	127,5	----	11
3,00 - 3,20	12	99,4	----	4	10,40 - 10,60	17	90,0	----	12
3,20 - 3,40	15	124,2	----	4	10,60 - 10,80	15	79,4	----	12
3,40 - 3,60	9	69,6	----	5	10,80 - 11,00	10	52,9	----	12
3,60 - 3,80	9	69,6	----	5	11,00 - 11,20	6	31,8	----	12
3,80 - 4,00	17	131,5	----	5	11,20 - 11,40	15	79,4	----	12
4,00 - 4,20	9	69,6	----	5	11,40 - 11,60	16	81,0	----	13
4,20 - 4,40	8	61,9	----	5	11,60 - 11,80	16	81,0	----	13
4,40 - 4,60	5	36,3	----	6	11,80 - 12,00	16	81,0	----	13
4,60 - 4,80	5	36,3	----	6	12,00 - 12,20	26	131,7	----	13
4,80 - 5,00	5	36,3	----	6	12,20 - 12,40	18	91,1	----	13
5,00 - 5,20	6	43,5	----	6	12,40 - 12,60	13	63,1	----	14
5,20 - 5,40	22	159,7	----	6	12,60 - 12,80	10	48,5	----	14
5,40 - 5,60	17	116,2	----	7	12,80 - 13,00	18	87,4	----	14
5,60 - 5,80	14	95,7	----	7	13,00 - 13,20	13	63,1	----	14
5,80 - 6,00	10	68,3	----	7	13,20 - 13,40	11	53,4	----	14
6,00 - 6,20	34	232,4	----	7	13,40 - 13,60	18	83,9	----	15
6,20 - 6,40	19	129,8	----	7	13,60 - 13,80	15	69,9	----	15
6,40 - 6,60	12	77,5	----	8	13,80 - 14,00	17	79,2	----	15
6,60 - 6,80	8	51,7	----	8	14,00 - 14,20	17	79,2	----	15
6,80 - 7,00	5	32,3	----	8	14,20 - 14,40	33	153,8	----	15
7,00 - 7,20	18	116,2	----	8	14,40 - 14,60	35	156,9	----	16
7,20 - 7,40	18	116,2	----	8	14,60 - 14,80	99	443,8	----	16

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



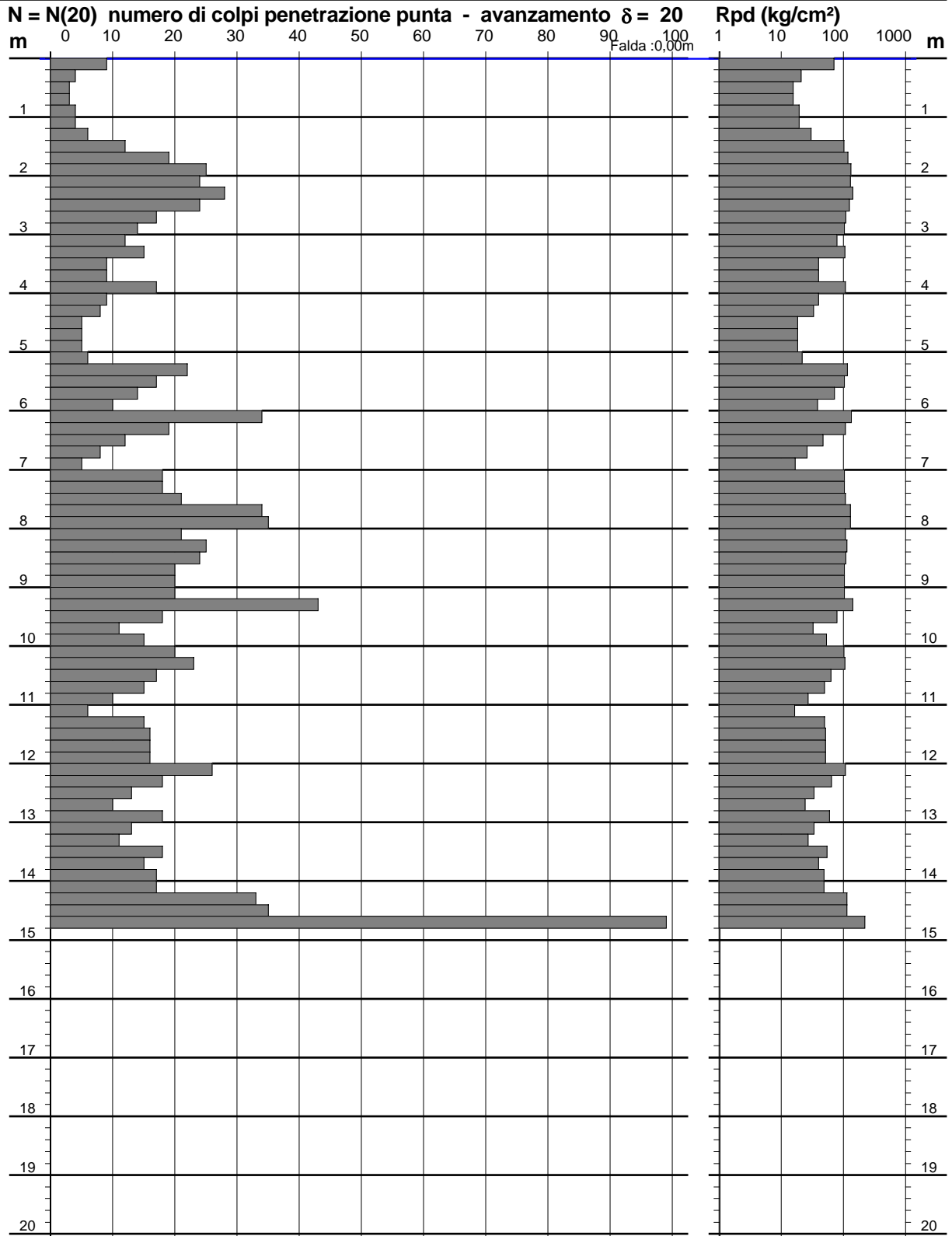
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 100

- indagine : Geosintesi  
- cantiere :  
- località : loc. Montepiano - via dell'Appennino

- data : 13/11/2009  
- quota inizio : 0  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ]

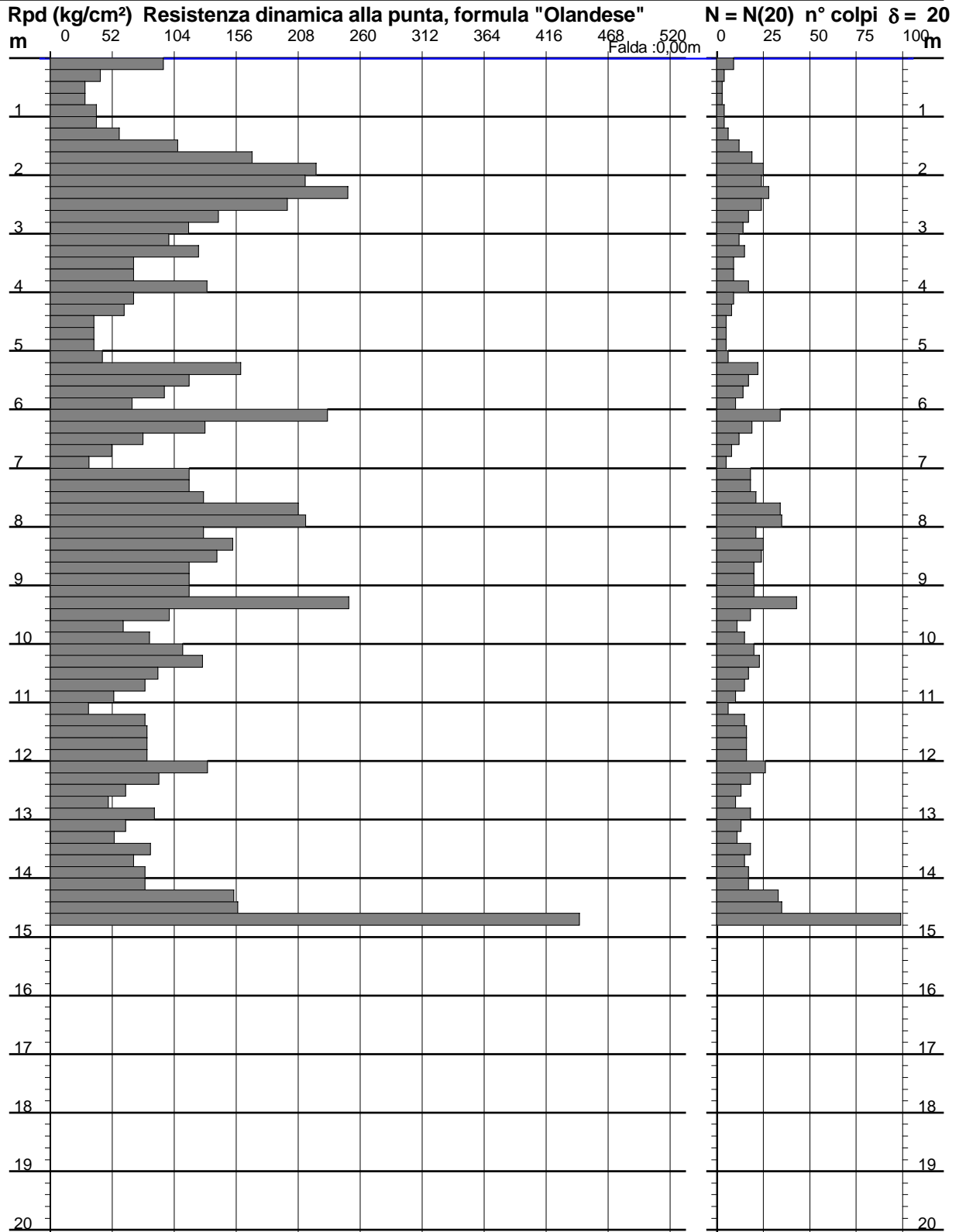
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

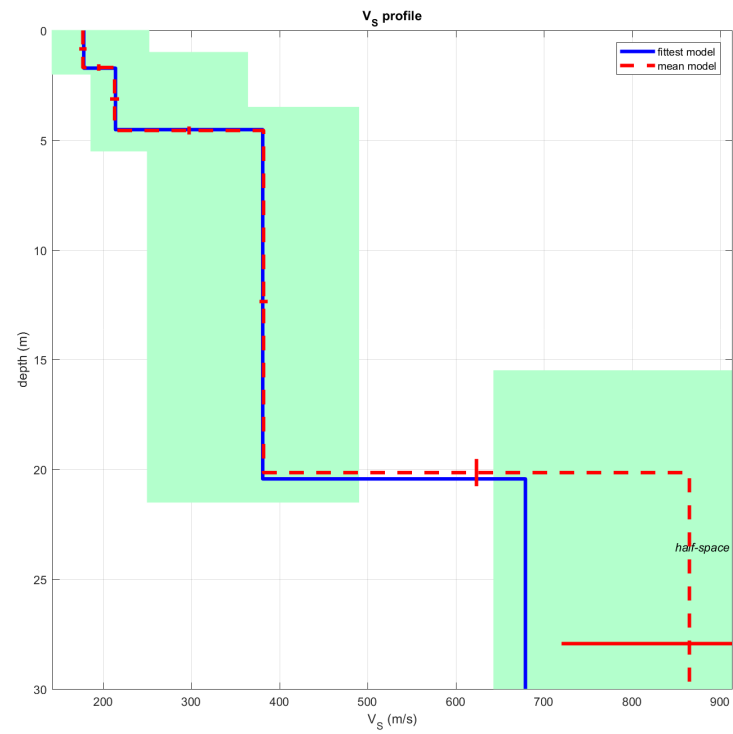
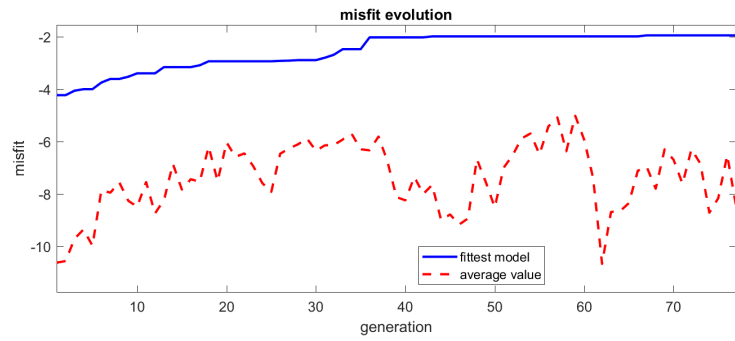
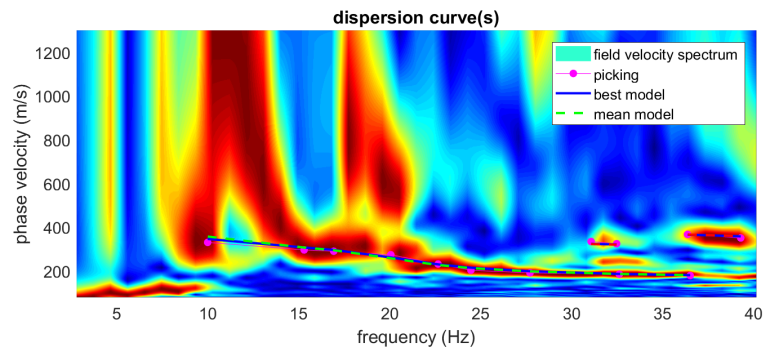
n° 1  
Scala 1: 100

- indagine : Geosintesi  
- cantiere :  
- località : loc. Montepiano - via dell'Appennino

- data : 13/11/2009  
- quota inizio : 0  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



dataset: 8m.sgy  
 dispersion curve: 8ter.cdp  
 Vs30 & VsE (best model): 382 382 m/s  
 Vs30 & VsE (mean model): 399 316 m/s

**Mean model**

Vs (m/s): 177, 213, 382, 865

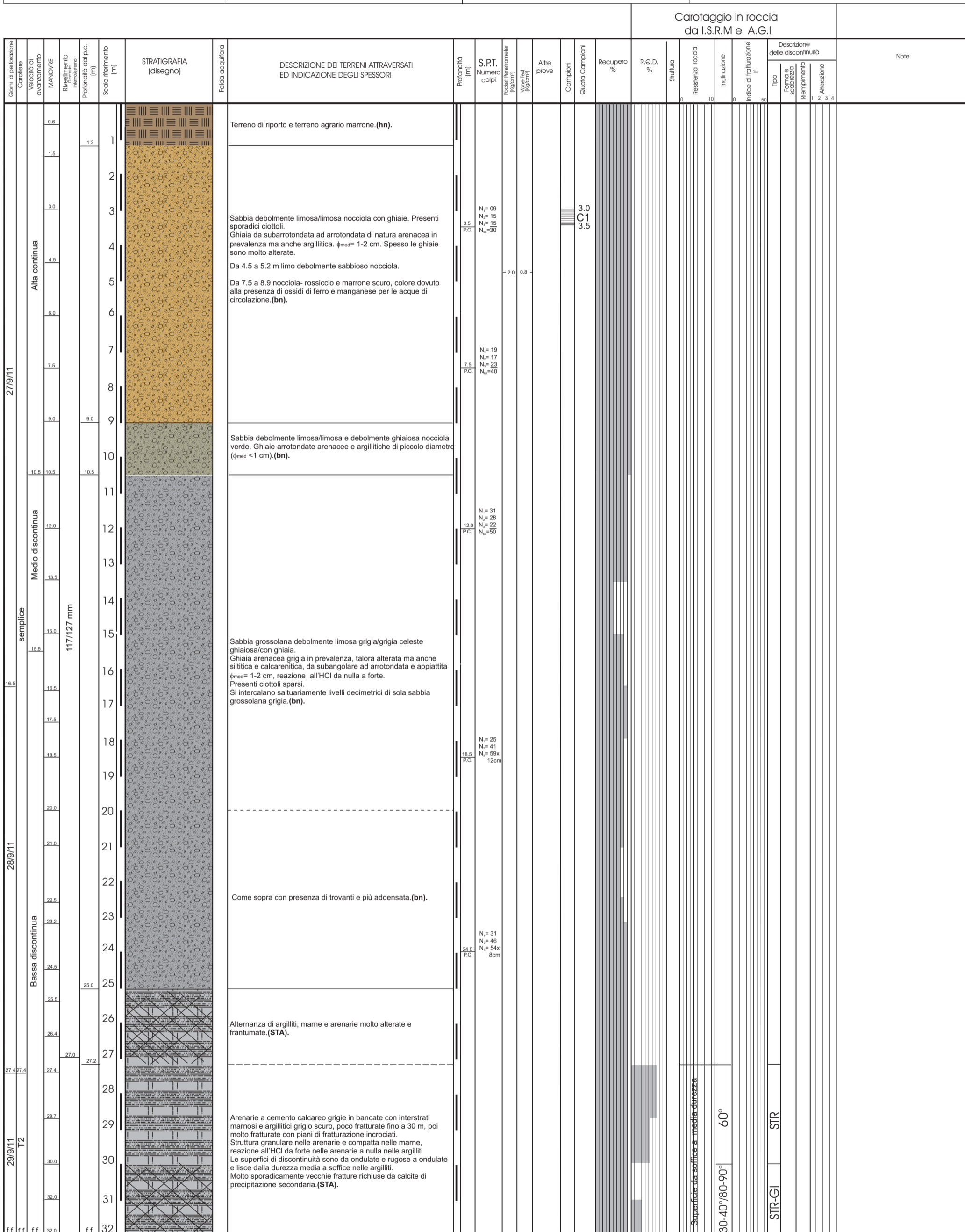
Standard deviations (m/s): 4, 5, 5, 145

Thickness (m): 1.7, 2.9, 15.6

Standard deviations (m/s): 0.1, 0.2, 0.6



CANTIERE <b>Montepiano scuola elementare</b>		SONDAGGIO N. <b>6</b>	GEOLOGO INCARICATO PER L' ASSISTENZA AL SONDAGGIO <b>Dott. Giuseppe Matraia</b>	GEOLOGO DELL' IMPRESA <b>Dott.ssa Debora Latini</b>	IMPRESA ESECUTRICE - SONDATORE <b>Ichnogeo - A. Biagio</b>
QUOTA ASS. P.C. <b>698.0 m s.l.m.</b>	COORDINATE X Y <b>1672961 - 4884302</b>	TIPO DI SONDA (marca, modello, coppia motrice) <b>CMV 900 K</b>	TIPO DI FLUIDO <b>Acqua</b>	STRUMENTAZIONE IN FORO E SUA PROFONDITA' <b>Tubo in PVC φ=3" per Down-hole - 32 m</b>	
DATA INIZIO/FINE <b>27-30/9/2011</b>		METODO DI PERFORAZIONE (cassa o wire line) <b>Aste</b>	CASSE CATALOGATRICI N. <b>7</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA <b>32 m</b>	



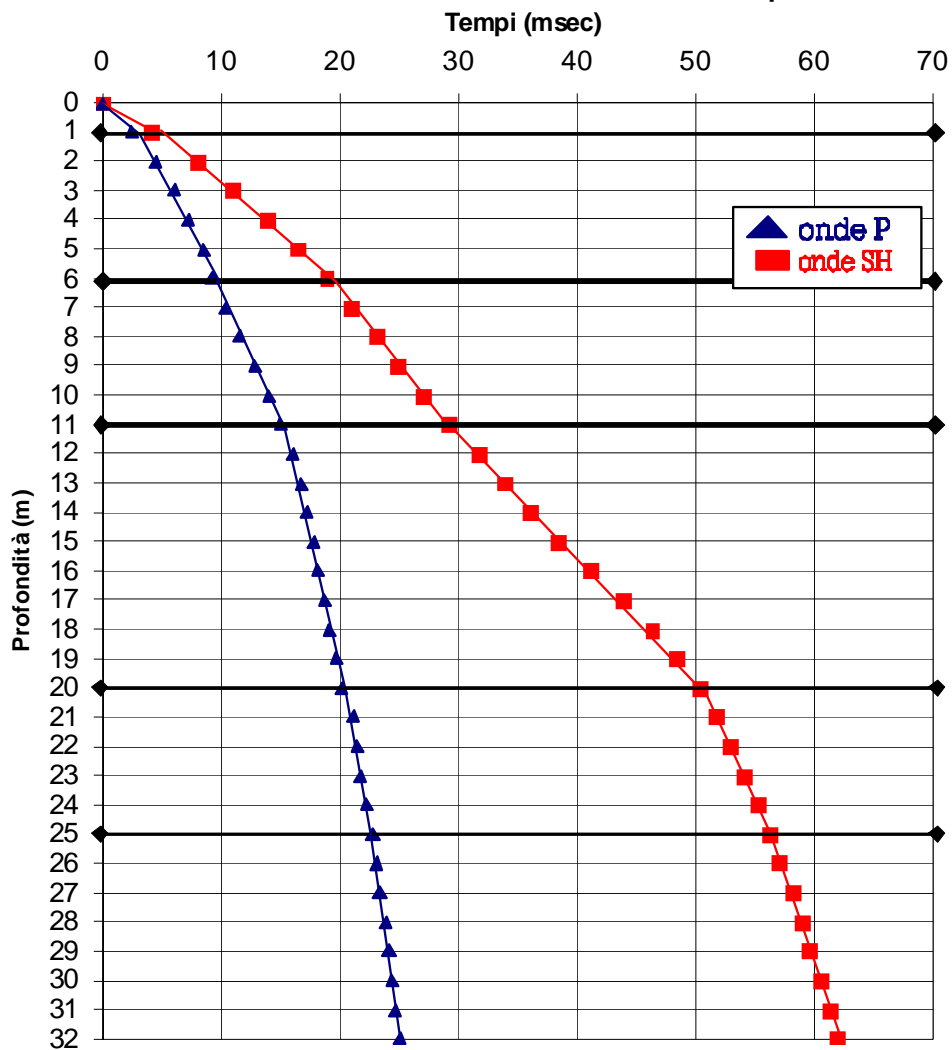
NOTE: foro attrezzato con tubo in pvc per prova sismica in foro tipo downhole

Data	Prof. foro	Quota rivest.	Liv. acqua
28/9/11	16.5	15.0	9.6
29/9/11	27.4	25.5	9.8



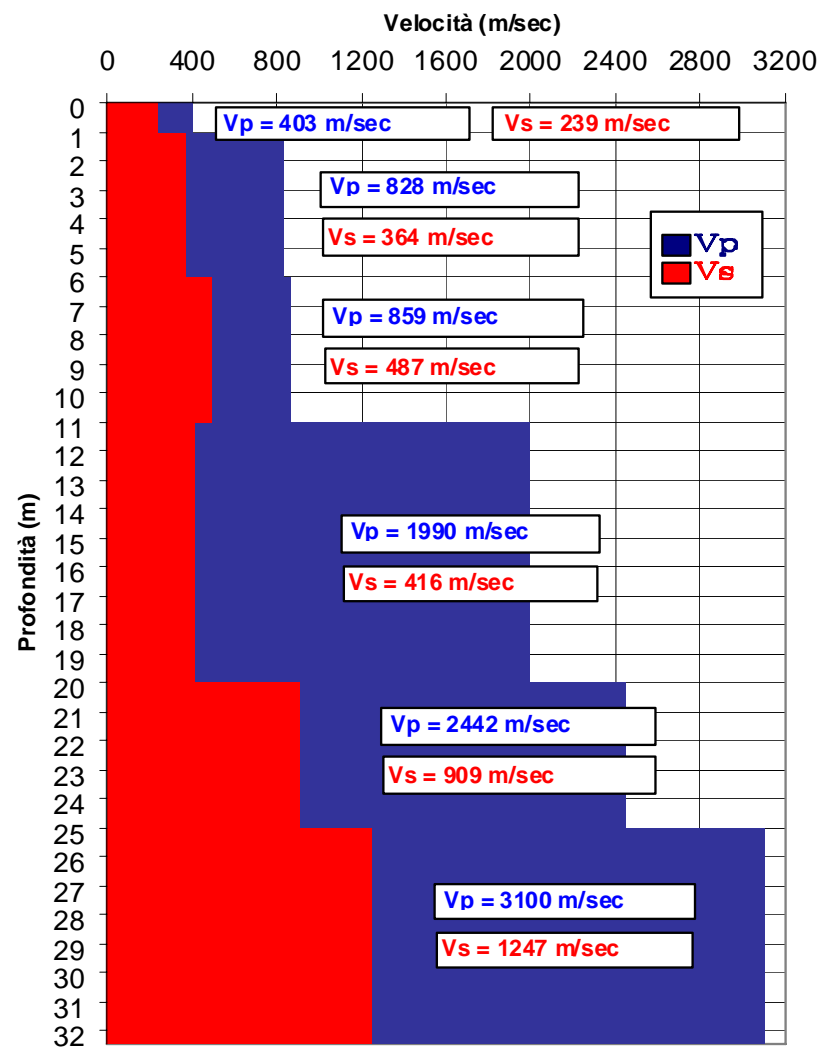
Comune: Vernio - PO

Località: Montepiano



Sondaggio S6

Data: 13/10/11





Dir. Gen. delle Politiche Territoriali e Ambientali  
**Coordinamento regionale Prevenzione sismica**

COMMITTENTE: Comune di Vernio (PO)

DATA CONSEGNA: novembre 2011

RIELABORAZIONE E REVISIONE DATI: Vittorio D'Intinosante (06/2012)

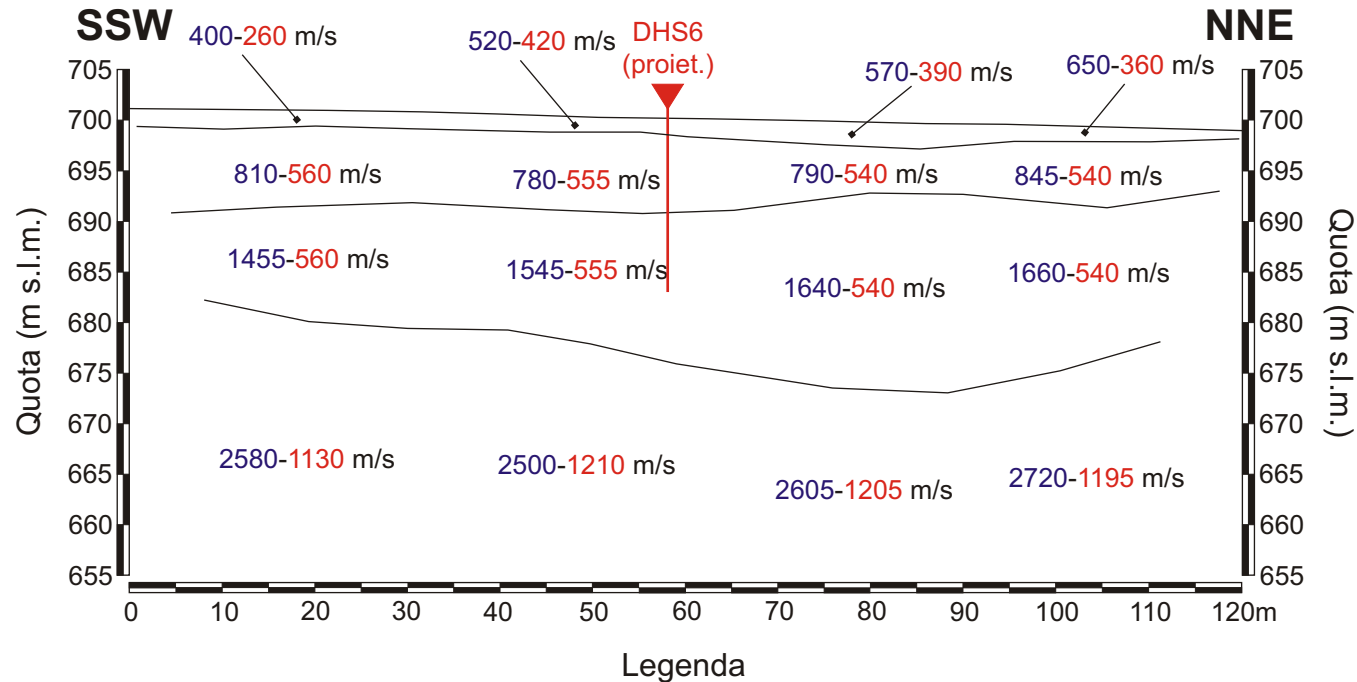
Ente Finanziatore: Regione Toscana

PROGRAMMA: VEL

REVISIONE ESEGUITA: conferma della versione fornita dalla Ditta

DITTA ESECUTRICE: Geoprove s.a.s.

## STESA SISMICA A RIFRAZIONE St9 - ONDE P ed SH Vernio (PO) - Loc. Montepiano



915 m/s Velocità sismica onde P in metri al secondo

370 m/s Velocità sismica onde SH in metri al secondo

DHS5



Ubicazione prova down-hole  
 in onde P ed SH

**NOTE:** L'elaborazione delle dromocrone porta a due sezioni sismostratigrafiche, in onde P ed in onde SH, congruenti. Pertanto viene utilizzata un'unica sezione grafica, valida per entrambe le energizzazioni. Nella sezione vengono rappresentati i sismostrati individuati, indicando le rispettive velocità di propagazione delle onde P (in blu) e delle onde SH (in rosso). Lungo la sezione è indicato il punto di realizzazione delle indagini geofisiche in foro (prove down-hole in onde P ed SH), con relativa profondità. In particolare, buona la correlazione sismostratigrafica con la prova down-hole DHS5, realizzata 10m a Nord della stesa sismica in oggetto.

**VALIDAZIONE DATI:** La ricostruzione della sezione, elaborata nella fase di omogeneizzazione, considerando il quadro geologico di riferimento, ha confermato, per quanto attiene alla sezione sismostratigrafica, la versione fornita dalla Ditta esecutrice dell'indagine. Pertanto, in questo caso si è provveduto soltanto all'omogeneizzazione del formato grafico della sezione.

# VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

**Metodo empirico di Seed e Idriss**  
Versione semplificata proposta dal GNDT-CNR

Relazione per il calcolo di FI:

$$FI = \frac{tl/s'o}{rd/s'o} = \frac{0,26 * (0,16 * Na^{0,5} + (0,21 * Na^{0,5})^{14})}{0,65 * A/g * so/s'o * (1 - 0,01z)}$$

Profondità falda dal p.c. metri

**5,00**

z	Y	Yimm.	zw	so	Uo	s'o	Nspt	DNf	Na	A/g	tl/s'o	rd/s'o	FI
6,00	2,00	2,10	1,00	12,10	1,00	11,10	25	4	21,65	0,10	0,382	0,064	<b>5,921</b>
										0,15		0,097	<b>3,948</b>
										0,25		0,161	<b>2,369</b>
8,00	2,00	2,10	3,00	16,30	3,00	13,30	25	4	21,63	0,10	0,380	0,070	<b>5,423</b>
										0,15		0,105	<b>3,615</b>
										0,25		0,175	<b>2,169</b>
10,00	2,00	2,10	5,00	20,50	5,00	15,50	25	4	21,61	0,10	0,379	0,073	<b>5,186</b>
										0,15		0,110	<b>3,458</b>
										0,25		0,183	<b>2,075</b>
12,00	2,00	2,10	7,00	24,70	7,00	17,70	25	4	21,60	0,10	0,378	0,074	<b>5,083</b>
										0,15		0,112	<b>3,389</b>
										0,25		0,186	<b>2,033</b>
15,00	2,00	2,10	10,00	31,00	10,00	21,00	25	4	21,58	0,10	0,377	0,074	<b>5,072</b>
										0,15		0,112	<b>3,381</b>
										0,25		0,186	<b>2,029</b>

## LEGENDA

z	=	Profondità d'indagine		Valori di A/g
Y	=	Peso di volume naturale del terreno	0,10	= Sisma non catastrofico
Yimm.	=	Peso di volume immerso	0,15	= Sisma medio
zw	=	Terreno immerso in falda	0,25	= Zona sismica
so	=	Tensione vert. tot. alla profondità z		
Uo	=	Pressione neutra		
s'o	=	Tensione verticale efficace		
Nspt	=	N.ro colpi Nspt		
DNf	=	Fattore funzione della granulometria		
Na	=	Fattore di calcolo pari a $1,7 / s'o + 0,7 * Nspt + DNf$		
A/g	=	Accelerazione sismica		
tl/s'o	=	Numeratore delle frazione - resistenza del terreno normalizzata		
rd/s'o	=	Denominatore delle frazione - tensione tangenziale ciclica normalizzata		
FI	=	Potenziale di liquefazione - Fattore di sicurezza		

**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**  
(da prove dinamiche SPT)

**Metodo semplificato**

Metodo di Iwasaki et al. (1978 1984) modificato come da D.M. 14/01/2008 e Circolare 617 del 02/02/2009

**PARAMETRI:**

Diametro Perforazione	=	101	mm
$\gamma$	=	1,9	g/cm <sup>3</sup>
$\sigma_{vo}$	=	2,85	kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma'_{vo}$	=	1,85	kg/cm <sup>2</sup>
profondità della prova	=	1500	cm
profondità falda	=	500	cm
$\gamma_{H2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>
Pressione neutra	=	1	kg/cm <sup>2</sup>
z	=	15	m
N <sub>SPT</sub>	=	25	
C <sub>N</sub> [Liao e Whitmann, 1968a]	=	0,74242117	Verificato
Percentage di Fine (FC)	=	15	%
d <sub>50</sub>	=	0,59	
M <sub>w</sub>	=	6,60	
MSF	=	1,52	se M≤7.5
		1,39	se M>7.5

CRR= Resistenza al taglio mobilitata

CSR= Sforzo di taglio indotto dal sisma

d<sub>50</sub>= Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%

Vs= Velocità dell'onda di taglio S

**FORMULE:**

**RISULTATI:**

CRR =  $0,0882 \cdot \text{RADQ}(E16 / ((E9 + 0,7))) + 0,225 \log(0,35 / E17)$

se  $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$

= 0,198779844

CRR

CRR =  $0,0882 \cdot \text{RADQ}(E16 / ((E9 + 0,7))) - 0,05$

se  $0,6 < d_{50} \leq 1,5$

= 0,199806236

CSR =  $0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo})) \cdot r_d \cdot 1/MSF$

se M≤7.5

= 0,152358712

CSR<sub>M≤7,5</sub>

se M>7.5

= 0,167535539

CSR<sub>M>7,5</sub>

a<sub>max</sub>/g = 0,29

r<sub>d</sub> = 0,8

F<sub>s</sub> = CRR/CSR > 1,25

se M ≤ 7.5

se  $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$

= 1,30468315

Verificato Fs

se  $0,6 < d_{50} \leq 1,5$

= 1,311419835

Verificato Fs

se M > 7.5

se  $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$

= 1,186493591

Liquefacibile

se  $0,6 < d_{50} \leq 1,5$

= 1,192620008

Liquefacibile

# CALCOLO (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub>

$(N_{SPT} * C_N * C_E * C_B * C_R * C_S)$

DESCRIZIONE	STRATO
Profondità prova	15
$\sigma'_{vo}$	1,85
N <sub>SPT</sub>	25
C <sub>N</sub>	0,742
C <sub>E</sub>	1
C <sub>B</sub>	1
C <sub>R</sub>	1
C <sub>S</sub>	1
(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	18,56
(N <sub>1</sub> ) <sub>60 CS</sub>	20,46

"Software Freeware distribuito da [www.sg-monaco.it](http://www.sg-monaco.it)"

Studio di Geologia Sebastiano Giovanni MONACO

Via Olimpia n. 9 - MESSINA (ME) - 98168 -

e-mail: [sg.monaco@libero.it](mailto:sg.monaco@libero.it) - Tel: 3486041122

La verifica dell'idoneità del programma su foglio excel, nonché l'utilizzo dei risultati, sono a totale onere e responsabilità esclusiva dell'utente.

Lo Studio di Geologia Sebastiano Giovanni MONACO non potrà essere ritenuto responsabile di danni relativi all'utilizzo del programma.