

**COMUNE DI MONTONE**  
Provincia di Perugia

**PROGETTO COMPARTO 4, -C4-**  
Località Santa Maria di Sette foglio n° 555 part. n. 374-375

***RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E  
SISMICA***

Committente: S.I.MO s.r.l.

Montone 28-01-2020

Dott. Geol. Francesco Duranti



**GEOSTUDIO - GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA**

Dott. Geol. Francesco Duranti  
P. iva 01742400540 - C.F. DRNFNC62H19G618M  
Via G. Marconi , 96 - Pietralunga - Tel. 075/9460744

## **PREMESSA**

Di seguito vengono riportati i risultati di uno studio geologico riguardante il Piano di Lottizzazione del Comparto 4 situato a sud del capoluogo, in loc. Santa Maria di Sette. Catastralmente l'area è individuata al foglio n. 55 part. n.374-375 ed è costituito dalla zona omogenea C4 per edilizia residenziale.

Lo studio è stato finalizzato alla valutazione delle caratteristiche geologico-geomorfologiche, stratigrafiche, geotecniche e sismiche dell'area si è svolto attraverso le seguenti fasi:

- analisi dei dati bibliografici esistenti relativi agli studi ed indagini di microzonazione sismica (I° livello) per il PRG del comune di Montone (D.G.R. 226/2001);
- esecuzione indagine geognostica mediante l'esecuzione di 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10 m. dal p.c.;
- esecuzione di una indagine sismica mediante profilo MASW.

Per quanto riguarda la suscettibilità sismica dell'area è stato eseguito uno studio di Microzonazione sismica secondo i criteri dettati dalla D.G.R. 8 marzo 2010 n. 377 e delle linee guida del dipartimento della protezione civile "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" attraverso vari livelli di approfondimento.

Alla presente relazione si allegano:

- Estratto planimetria catastale 1: 2000;
- Stralcio foglio IGM 1: 25000 foglio n° 299 sezione I° Umbertide;
- Carta geologica scala 1: 5.000;
- Carta geomorfologica scala 1:5.000;
- Sezione geologica scala 1:800-1:400;
- Stratigrafie sondaggi di riferimento;
- Report sismica Masw eseguita;
- Report prova penetrometrica ed indagine HVSR preesistenti;
- Carta delle Indagini scala 1:2.000;
- Carta delle MOPS (I° livello) scala 1:2.000;
- Carta di Microzonazione sismica (II° livello) scala 1:2.000.
- Conclusioni.

### **1.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

L'area in esame è individuabile nella seguente cartografia:

- Foglio IGM Scala 1:25000 N°299 serie BD – Sez. I Umbertide;
- CTR Regione Umbria scala 1:10000 N° 299-040;
- Planimetria catastale Comune di Montone scala 1:2000 foglio n° 55 particella n° 374-375;
- Coordinate geografiche UTM WGS84: lat.: 43,331369- long:12,320189.

### **1.0 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

Il comparto 4 per edilizia residenziale interessato dal progetto di lottizzazione è situato in loc. Santa Maria di Sette in corrispondenza della zona pianeggiante interposta tra le valli del Fiume Tevere ad ovest e quella del Torrente Carpina ad est ad una quota di circa 267-270 m s.l.m..

La zona è pressochè pianeggiante con leggera acclività verso W-SW che determina il drenaggio delle acque superficiali verso il F. Tevere posto a circa 900 m di distanza e ad una quota inferiore di circa 25 m. Il Torrente Carpina si trova ad una distanza di circa 500 m e ad una quota inferiore di 10-12 m. La regimazione delle acque è attualmente garantita dal sistema di canalette poste ai margini dei campi lavorati.

L'attuale assetto morfologico pianeggiante è dovuto al colmamento di una antica depressione lacustre (Lago Tiberino) estesa da nord a sud (S. Sepolcro-Spoleto) formatasi durante il Plio-Pleistocene in seguito ad una fase tettonica distensiva che aveva portato all'apertura di bacini intermontani.

Una successiva fase di sollevamento avvenuta durante il tardo pleistocene-olocene ha portato all'emersione della zona su cui si è impostato l'attuale sistema idrografico del F. Tevere.

Complessivamente la piana alluvionale presenta un'ampiezza di circa 1.500 m ed uno sviluppo pressochè simmetrico dei due fianchi con l'alveo del fiume Tevere posto al centro.

Nella zona sono presenti tre ordini di terrazzi fluviali che nel tratto prospiciente sul F. Tevere sono separati da due scarpate di erosione fluviale mentre invece verso il T. Carpina la superficie di campagna degrada con profilo regolare ed uniforme con pendenza di 2-3°.

La zona di interesse ricade sul terrazzo alluvionale di III° ordine separato da una scarpata di erosione fluviale di alcuni metri dal sottostante terrazzo di II° ordine sul quale si sviluppa la Zona Industriale di Santa Maria di Sette.

L'assetto morfologico pianeggiante esclude la possibilità di fenomeni di instabilità gravitativa mentre la distanza ed il dislivello rispetto ai due corsi d'acqua suddetti fa sì che la zona non sia soggetta a rischi di esondazione. La zona si trova infatti a notevole distanza dalla fascia C del Fiume Tevere come si evince dalla cartografia allegata.

La zona è pertanto stabile dal punto di vista geomorfologico.

## **2.0 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE**

Nell'area di indagine affiorano i depositi fluviali recenti e terrazzati del Fiume Tevere e del Torrente Carpina costituiti in prevalenza da limi sabbiosi e sabbie limose a cui si intercalano strati e lenti di ghiaie sabbiose. Tali sedimenti sono disposti in 3 ordini di terrazzi (a-b<sub>2-2</sub>-b<sub>2-3</sub>) sopraelevati sul talweg rispettivamente di 2-5 m, 5-15 m, 15-50 m.

I sedimenti alluvionali sono organizzati in strati e lenti caratterizzati da spessore e continuità laterale molto irregolare e da caratteristiche dimensionali, granulometriche e tessiturali variabili in funzione della variabilità dell'energia dei meccanismi di deposizione fluviale. La differenziazione più netta viene comunque fatta fra i corpi sabbioso-ghiaiosi riferibili ai paleoalvei del fiume e i corpi limoso-argillosi riferibili alle piane di esondazione.

Al di sotto di questi terreni recenti, spessi qualche metro, sono presenti i depositi del ciclo lacustre Plio-Pleistocenico (Villafranchiano) prevalentemente argillosi che sono in affioramento sui versanti laterali della valle.

Il basamento lapideo costituente il fondo dell'antica depressione lacustre è rappresentato dai litotipi della Formazione Marnoso-Arenacea (Miocene) che affiorano in corrispondenza dei versanti collinari del fianco orientale ed occidentale della valle.

## **3.0 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

Il deposito alluvionale di fondovalle è costituito in prevalenza da sedimenti fini limoso-sabbiosi caratterizzati da permeabilità media e bassa con limitata possibilità di circolazione idrica sotterranea. Solo in corrispondenza dei livelli grossolani ghiaioso-sabbiosi ad elevata permeabilità intercalati ai sedimenti fini si possono avere situazioni di circolazione idrica di

una certa importanza. Tali livelli presentano comunque sempre uno spessore contenuto tanto che la potenzialità dell'acquifero è in genere limitata. Anche i livelli di natura argilloso-limosa intercalati sono in genere caratterizzati da spessore e continuità laterale ridotta tanto da non poter determinare l'isolamento completo dei vari livelli idrici; la falda risulta pertanto unica e freatica. Il limite inferiore dell'acquifero è rappresentato dalle argille grigie lacustri che fungono da battente impermeabile e lo spessore complessivo dell'acquifero è in genere compreso entro i 10 m.

L'andamento della superficie piezometrica è stato ricostruito in base alle misure fatte sui pozzi esistenti nella zona (vedi carta geomorfologia con isofreatiche).

In corrispondenza del sondaggio effettuato il livello della falda si è stabilizzato attorno a 5 m dal p.c..

#### 4.0 INDAGINE GEOGNOSTICA/LITOSTRATIGRAFIA

L'indagine è consistita nella realizzazione di 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10 m dal p.c.. La stratigrafia ottenuta risulta ben correlabile con quella dei sondaggi eseguiti per lo studio di microzonazione sismica di I° livello nel 2007 per la zona di Santa Maria di Sette (n° 6 sondaggi all'interno della macroarea 5T2 e n° 4 all'interno della macroarea 5T1). In particolare viene allegata la stratigrafia del sondaggio S7 ubicato proprio nelle vicinanze dell'area da lottizzare.

Anche per l'area di interesse può essere ritenuto valido il profilo stratigrafico individuato in fase di microzonazione sismica per tutta la zona di S.M. di Sette in cui si distinguono due unità litostratigrafiche sovrapposte:

- **Unità A (copertura)** data da sabbie limose e limi sabbiosi color marrone ai quali si intercalano strati di ghiaie con ciottoli centimetrici arrotondati di natura arenitica e calcarenitica immersi in matrice sabbiosa media e grossolana. Lo spessore è sempre inferiore a 10 m. Tali sedimenti appartengono alle alluvioni recenti di fondovalle (a) ed alle alluvioni antiche terrazzate ( $b_{2-2}$  e  $b_{2-3}$ ) e sono caratterizzati dalla tipica variabilità granulometrica e tessiturale laterale e verticale dovuta all'evoluzione del Tevere e/o dei suoi affluenti. Nel sondaggio eseguito lo spessore di tale unità risulta di 3,1 m.
- **Unità B (substrato)** data da limi ed argille sabbiose, sabbie argillose, spesso in fitta alternanza tra loro di colore grigio uniforme e ad elevata consistenza.

Tali sedimenti sono caratterizzati da una notevole uniformità granulometrica e tessiturale e sono quindi ascrivibili ad un ambiente di sedimentazione a bassa energia come quello fluvio-lacustre che si è instaurato nella valle tiberina durante il Villafranchiano.

#### 5.0 MODELLAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti viene effettuata utilizzando i risultati di una prova penetrometrica dpsh preesistente ubicata all'interno dell'area di lottizzazione di cui si allegano i grafici.

Il numero di colpi  $N_{spt}$  determinato viene utilizzato per la caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti per mezzo delle seguenti correlazioni esistenti in letteratura geotecnica:

- Angolo di resistenza al taglio:  $\phi' = (15 N_{spt})^{1/2} + 15$  (Road Bridge Specification)
- Coesione non drenata:  $C_u = 0,067 * N_{spt}$  (Terzaghy e peck, per argille a media plasticità)
- Modulo di deformazione (modulo di Young):  $E_y = S1 N_{spt} + S2$   
( $S1 = 3,16 \text{ kg/cm}^2$  –  $S2 = 15,8 \text{ kg/cm}^2$  per sabbia argillosa Webb 1970)

( $S1 = 7,56 \text{ kg/cm}^2$  –  $S2 = 187,5 \text{ kg/cm}^2$  per sabbia e ghiaia d'Apollonia et al. 1970)

- Modulo Edometrico per terreni incoerenti:  $E_{ed} = 4,46 N_{spt} + 38$  (Menzembach e Malcev, per sabbia media)
- Modulo edometrico per terreni coesivi:  $E_{ed} = 12 + 5,8 N_{spt}$  (Shultz e Menzenbach, per limo argilloso)
- Peso di volume :  $\gamma = N_{spt} \cdot$  (Meyerhof ed altri)
- Coefficiente di sottofondo  $K_w$ : viene valutato in funzione della natura e dello stato di addensamento dei terreni attraversati.

Tarando i risultati della prova con la stratigrafica del sondaggio S1 vengono distinti 3 livelli geomeccanici:

	Nspt	Angolo di res. al taglio e coes. drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico e indice di compressibilità	Peso di volume	Modulo di Young	Coeff. Di Wyckler
<b>Livello A:</b> da 0,6 a 3,5 m ; Limo argilloso marrone scuro	Nspt = 9,7	$\phi' = 27^\circ$ $C' = 0,0$	$c_u = 0,65 \text{ kg/cm}^2$	$E_{ed} = 68 \text{ kg/cm}^2$	$\gamma = 2,00 \text{ gr/cm}^3$	$E_y = 46 \text{ kg/cm}^2$	$K_w = 3-5$
<b>Livello B:</b> da 3,5 a 5,4 m Ghiaia sabbiosa, ciottoli arrotondati cm e dm in abbondante matrice sabbioso-argillosa	Nspt = 21	$\phi' = 32^\circ$ $C' = 0,0$	$c_u = \text{---} \text{kg/cm}^2$	$E_{ed} = 131 \text{ kg/cm}^2$	$\gamma = 1,9 \text{ gr/cm}^3$	$E_y = 346 \text{ kg/cm}^2$	$K_w = 10-12$
<b>Livello C:</b> da 5,4 a 7 m Alternanze di limi sabbiosi, sabbie limose, argille sabbiose compatti	Nspt = 23	$\phi' = 33^\circ$ $C' = 0,0$	$c_u = 1,5 \text{ kg/cm}^2$	$E_{ed} = 140 \text{ kg/cm}^2$	$\gamma = 2,0 \text{ gr/cm}^3$	$E_y = 361 \text{ kg/cm}^2$	$K_w = 10-12$

Il valore di  $N_{spt}$  è sempre elevato ed aumenta in modo considerevole passando dai terreni dell'unità A a quelli dell'unità B ed è riferibile ad uno stato di elevato addensamento e/o consistenza di tali terreni. Anche i valori di resistenza alla compressione semplice ottenuti con il poket penetrometro sul livello A e C sono sempre molto elevati ( $2 < q_u < 3,5 \text{ kg/cm}^2$ ).

## 6.0 ANALISI SISMICA LOCALE

Ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto occorre valutare la risposta sismica locale che dipende dalla "pericolosità sismica di base" e dalle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito di interesse.

### 6.1 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa ( $a_g$ ) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (classe A) con superficie topografica orizzontale ed in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad esso corrispondente  $S_e(T)$  con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza ( $P_{vr}$ ), nel periodo di riferimento  $V_r$ . Il territorio del comune di Montone è classificato in zona sismica 2 a pericolosità sismica media (DGR n.852/2003); in base alla Carta di Pericolosità Sismica della Regione Umbria (O.P.C.M. n° 3519 del 28.04.2006, all.1b) il valore dell'accelerazione di gravità  $a_g$  (tempo di ritorno = 475 anni) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni è compreso tra:  $0,22270 < a_g < 0,22790$ .

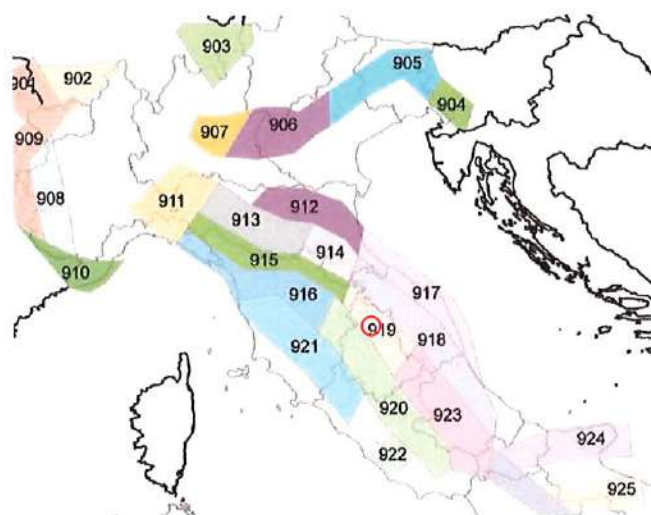
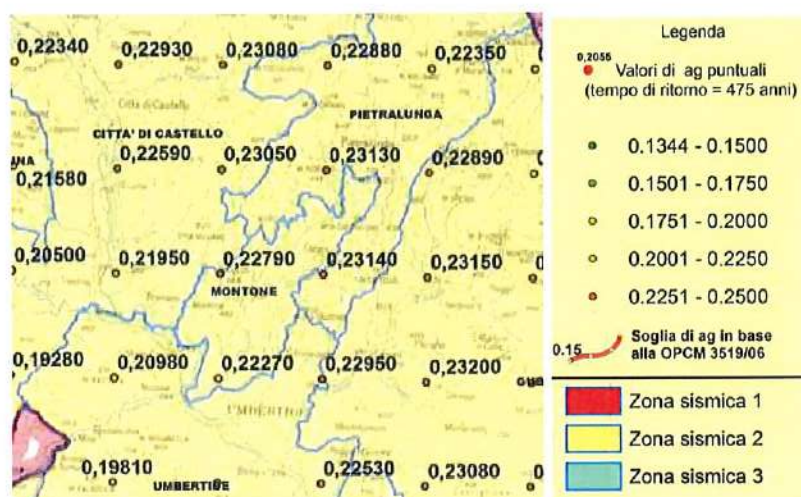


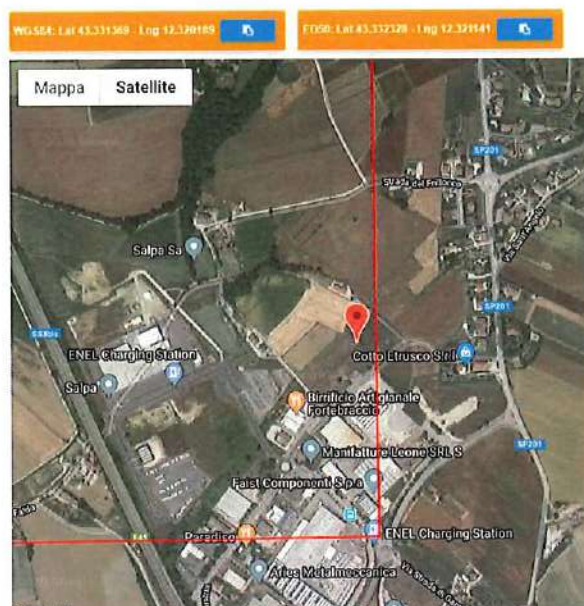
Figura 2.8-1 - Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento (Gruppo di lavoro, 2004).

Tabella 2.8-1 – Valori di  $M_{max}$  per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	$M_{max}$
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Mito-Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29



Nel dettaglio viene di seguito definita la “pericolosità sismica di base” per il sito di interesse lat.: 43,332328- long:12,321141 (ED50).



Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{Vr}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la determinazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C$  di riferimento è stato utilizzato il programma “Spettri NTC ver. 1.0.3” messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I valori ottenuti vengono riportati nelle seguenti stampe:

#### Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C$ [s]
30	0,068	2,416	0,267
50	0,091	2,336	0,271
72	0,107	2,326	0,275
101	0,124	2,338	0,279
140	0,141	2,352	0,282
201	0,163	2,366	0,286
475	0,223	2,391	0,302
975	0,285	2,420	0,313
2475	0,382	2,407	0,328

Il parametro che definisce la pericolosità sismica di base, in termini di accelerazione sismica, riferita a suolo rigido e campo aperto (morfologia orizzontale) risulta essere, per Zona Santa Maria di Sette:  $a_g = 0.223$  g.

## 6.2 Indagine sismica - Categoria di sottosuolo e frequenza di sito

In occasione del presente studio è stata effettuato uno stendimento sismico tipo Masw ed è stata reperita una indagine preesistente con microtremori effettuata sullo stesso appezzamento da lottizzare.

La prova MASW si svolge energizzando il terreno per mezzo di una mazza da 10 kg che batte su un supporto metallico (piastra alluminio) aderente al terreno e registrando le onde di taglio Vsh così generate per mezzo di geofoni disposti in allineamento.

Elaborando i risultati ottenuti si ottiene la velocità equivalente delle onde di taglio entro 30 m di profondità:  $V_{s30}$ . La velocità equivalente aumenta regolarmente con la profondità non evidenziando inversioni. Non viene rilevata la presenza del bed rock sismico ( $V_s > 800$  m/s).

Sono state eseguite n° 4 energizzazioni (shot) ed il parametro  $V_{s30}$  ottenuto ricade a cavallo del limite tra la categoria C e la categoria B (360 m/s). Pertanto si considera cautelativamente una **categoria di sottosuolo C** (vedi report sismico allegato).

Indagine sismica MASW - Traccia: MW1

Pagina 8

**Veq** IPOTESI DI ASSEGNAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO  
In base all'approccio semplificato di cui al D.L. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche alle Strutture"

ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S1						
QUOTA PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BAS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	339,6	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	354,4	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	365,0	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	373,7	N.R.	N.R.	---	B

ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S2						
PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BAS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	337,5	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	351,4	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	362,9	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	372,4	N.R.	N.R.	---	B

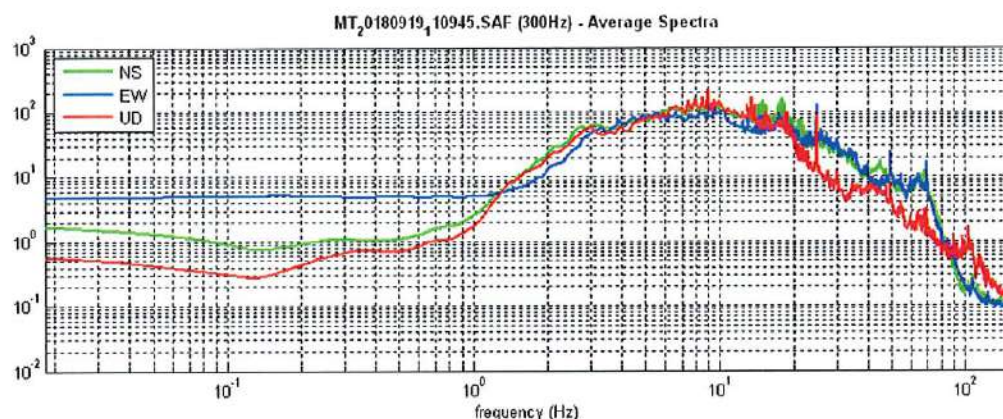
ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S3						
PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BAS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	334,5	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	344,7	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	356,7	N.R.	N.R.	---	C
-3,00	30,0	367,9	N.R.	N.R.	---	B

ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S4						
PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BAS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	342,1	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	358,2	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	369,7	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	379,7	N.R.	N.R.	---	B

### Frequenza di sito $f_0$

Per la determinazione della frequenza di sito è stata utilizzata una indagine HVSR con velocimetro preesistente dalla quale risulta un valore:  $f_0 = 7.4$  Hz. A tale valore di sito è associata un'ampiezza estremamente modesta pertanto è plausibile che tale contrasto di impedenza sia molto superficiale e riconducibile al contatto tra i sedimenti di copertura ed il substrato pleistocenico. Non ci dà quindi informazioni sulla profondità di un eventuale bed-rock sismico a cui sono associati generalmente valori di  $f_0$  inferiori all'unità.





Peak frequency (Hz): 7.4

Peak HVSR value: 3.0

### 6.3 Categoria Topografica – Amplificazione topografica

L'area è completamente pianeggiante e pertanto non è soggetta ad amplificazione topografica; rientra quindi nella categoria topografica T1 (tab 3.2.III NTC 2018) a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione sismica  $S_t = 1,1$  (tab. 3.2.V NTC 2018).

### 7.0 RISPOSTA SISMICA LOCALE / AZIONE SISMICA

Si può ora determinare l'accelerazione massima superficiale da impiegare nelle analisi antisismiche in funzione dell'accelerazione sismica di riferimento  $a_g$ :

$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

Dove  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_t$  è il coefficiente di amplificazione topografica. I valori di  $S_s$  e di  $S_t$  sono riportati nelle seguenti tabelle delle NTC 2008:

Categoria sottosuolo	$S_s$
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_t$
T <sub>1</sub>	--	1,0
T <sub>2</sub>	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T <sub>3</sub>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T <sub>4</sub>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Il valore di  $a_{g,max}$  per un tempo di ritorno di 475 anni è quindi ( $a_g = 0,220$ ,  $S_s = 1,38$ ):

$$a_{g,max} = 0,223 * 1,38 * 1,0 = 0,30$$

### 7.1 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE (PUNTO 7.11. 3.4.2NTC/ 2018)

Il valore del coefficiente di sicurezza risulta superiore all'unità ( $F_s = 1,63$  per  $M \leq 7,5$ ) e pertanto il sito risulta verificato.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			
(da prove sismiche a rinfrazione)			
Metodo semplificato			
Metodo di Andrus e Stokoe (1987) modificato			
<b>PARAMETRI</b>			
$\gamma$	=	1.9	g/cm <sup>3</sup>
$\sigma_{vs}$	=	1.71	kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{vs}$	=	1.61	kg/cm <sup>2</sup>
grandezza della prova	=	900	cm
profondità liquefatta	=	700	cm
$\tau_{\text{mis}}$	=	1	g/cm <sup>2</sup>
Pressione neutra	=	0.2	kg/cm <sup>2</sup>
$z$	=	9	m
$V_{50}$	=	300	
$V_{815}$	=	200	m/s
$V_{25}$	=	270.63	
$u$	=	6.4	
$USF$	=	1.71	se $USF \leq 1$
	=	1.62	se $USF > 1$

PC<5%	PC=20%	PC>35%
220	210	200

<b>FORMULE</b>		<b>RISULTATI</b>	
$V_{81}$	=	$V_s [(1/\sigma_{vs})^{1/2} + (0.8/(V_{50} - V_{81}))^{1/2}]^{1/2}$	270.63
$R$	=	$0.83^2 [V_{81}/100]^2 + (0.8/(V_{50} - V_{81}))^{1/2} + 0.8 V_{81}$	0.202180545
$T$	=	$0.65^2 [(0.015/\gamma) (\sigma_{vs}'/\sigma_{vs})]^{1/2} r_e^{1/2} / MSF$	0.123804126
$\sigma_{vs}'/\sigma_{vs}$	=	$1.62$	$T_{eq, s}$
$r_e$	=	$0.31$	$T_{eq, s}$
$f_g$	=	$0.93$	
$F_s = R/T$	>	1	1.635491083
			1.448802516

Tale modello del sottosuolo è stato utilizzato per determinare i fattori FA e FV utilizzando gli abachi generali contenuti negli “Indirizzi e Criteri per la MS parte III”. Non esistono infatti abachi regionali tarati su nostri sedimenti per il livello di microzonazione in oggetto. E’ stata considerata una geometria piano parallela dei depositi.

L'area interessata da piano attuativo ricade in zona di fondovalle con presenza di una copertura alluvionale.



In tali zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica locale per la presenza di terreni di copertura caratterizzati da velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s < 800 \text{ m/s}$  e con spessori superiori ai 5 metri. La carta viene riportata in allegato.

## 10.0 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (Livello II)

Le amplificazioni sono espresse attraverso 2 fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche. Tali fattori FA e FV sono da applicare rispettivamente alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e ad altro periodo (FV). Con tali fattori sarà possibile ricostruire lo spettro elastico in superficie.

I dati raccolti e le indagini eseguite hanno consentito di determinare la modellazione litostratigrafica del sito. Attraverso lo stendimento MASW è stata ricavata la media ponderata delle  $V_s$  della copertura mentre il bedrock sismico non è stato rilevato. In base all'andamento del gradiente di pendenza delle curve  $V_s$ -Z dei quattro shot in cui le  $V_s$  aumentano regolarmente con la profondità, si può stimare cautelativamente che la velocità relativa al bed-rock sismico ( $V_s > 800 \text{ m/s}$ ) possa essere raggiunta attorno ai 70 m di profondità.

E' necessario associare all'area un adeguato modello del profilo delle velocità; in questo caso in considerazione dell'assetto sismostratigrafico ricostruito (senza evidenti contrasti di impedenza), della profondità del bedrock sismico (che per le considerazioni sopra espresse può essere assunto pari a 70 m) e della categoria di sottosuolo determinata, si ritiene idoneo fare riferimento ad un profilo di velocità lineare con pendenza intermedia per una litologia sabbiosa. Vengono considerati gli abachi riferiti ad un valore di  $a_g(g)$  di 0.18, valore più vicino a quello corrispondente all'accelerazione sismica  $a_g$  che costituisce i parametri di pericolosità sismica di base.

Pertanto, considerando un valore di  $V_sH$  di 350 m/s come valore rappresentativo medio derivante dalla MASW ed uno spessore H di 70 m si ottiene: FA = 1.18; FV = 1.81.

Fattore di amplificazione FA		Tipo di terreno Sabbia		$a_g(g)$ 0.18g		Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia				
						$V_s(m/s)$				
						150	200	250	300	350
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14
	60	-	-	1.10	1.23	1.22	1.25	1.20	1.16	1.09
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98
	120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96
	130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94
	140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91
	150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89

Fattore di amplificazione FV		Tipo di terreno Sabbia			$a_g$ (g) 0.18g		Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia				
		$V_{ps}$ (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	10	-	1.60	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.06	1.02
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07	
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.05	
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

## CONCLUSIONI / RISCHIO GEOLOGICO E SISMICO ED EDIFICABILITA'

L'area di interesse è attualmente stabile per l'assetto morfologico pianeggiante e per la distanza ed il dislivello dai corsi d'acqua più vicini che esclude rischi di esondazione. I sedimenti affioranti sono caratterizzati da uno stato di addensamento elevato che si riflette in valori elevati dei parametri geomeccanici con conseguente normale utilizzo geotecnico senza particolari problematiche. Dal punto di vista idrogeologico la falda risulta essere posta ad una profondità di circa 8,5 m dal p.c e pertanto non interferirà con le fondazioni degli edifici.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, questa dipende dallo spessore dei sedimenti sciolti sopra il bed-rock sismico ( $V_s > 800$  m/s) e dalla loro natura litologica. In questo caso ipotizzando cautelativamente uno spessore di tali sedimenti di 70 m ed utilizzando un valore medio di  $V_{sh} = 350$  m/s, si ottiene:  $FA = 1,18 - F_v = 1,81$ .

Dalla verifica effettuata non sussiste un rischio di liquefazione in fase sismica..

In sintesi tutti gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici concorrono a definire, in prospettiva sismica, una situazione favorevole per l'edificabilità di tipo residenziale.

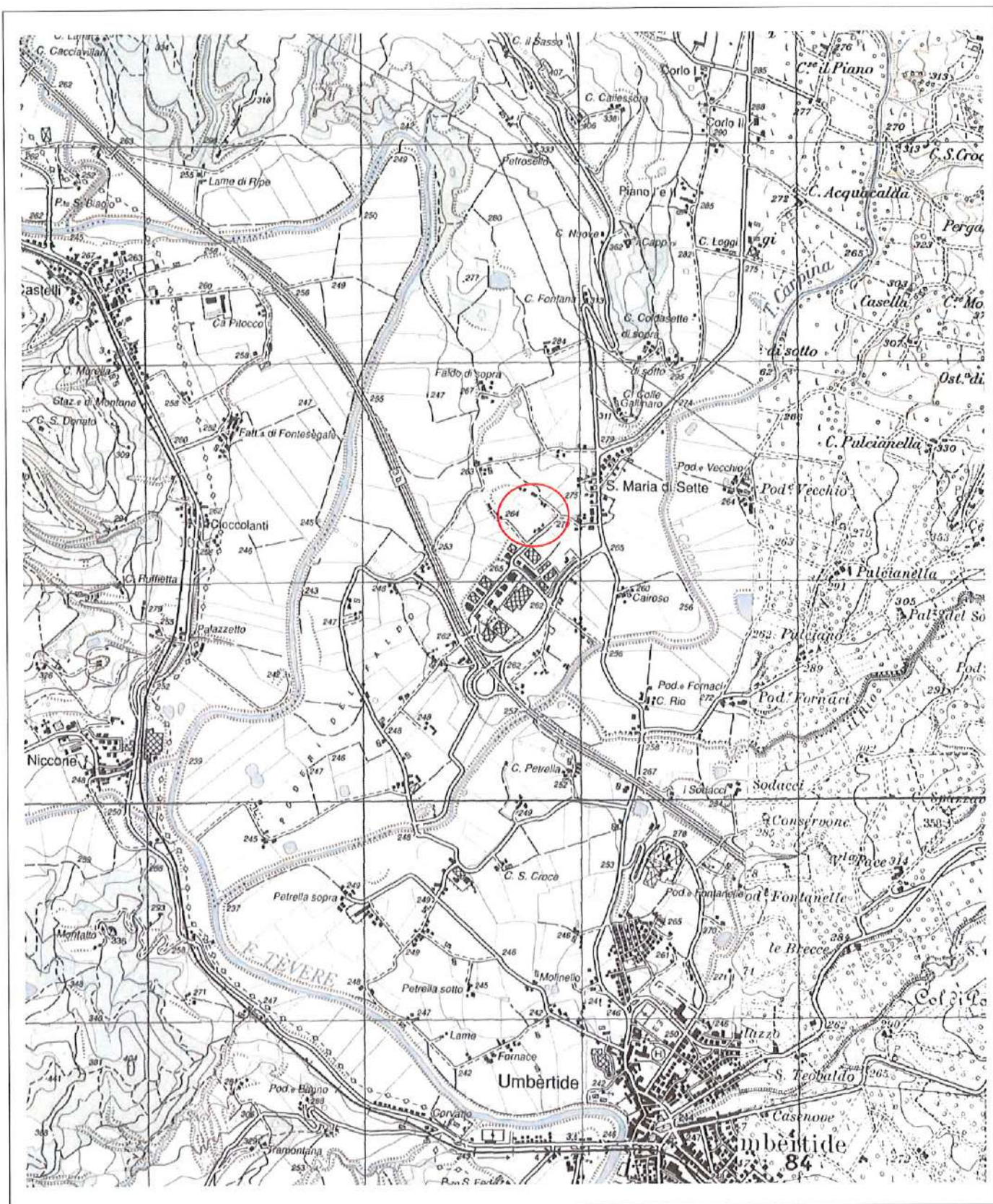
Nella fase esecutiva di progettazione dovrà essere definita puntualmente la situazione stratigrafico-geotecnica di ogni singolo lotto ai sensi della normativa vigente.

Montone 28-01-2020

Dott. Geol. Francesco Duranti

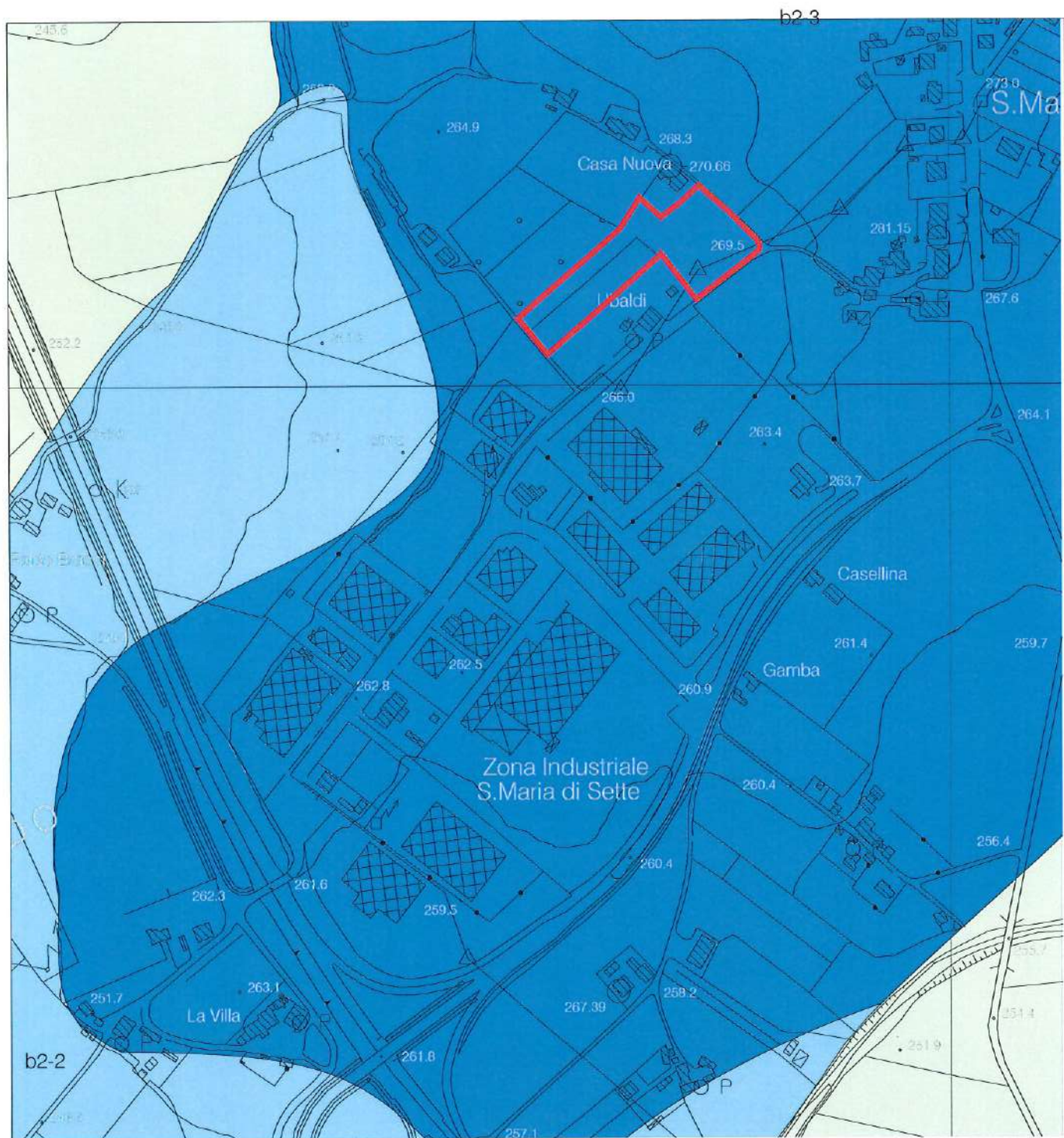






Carta topografica IGM nuova serie foglio 299 sez. I



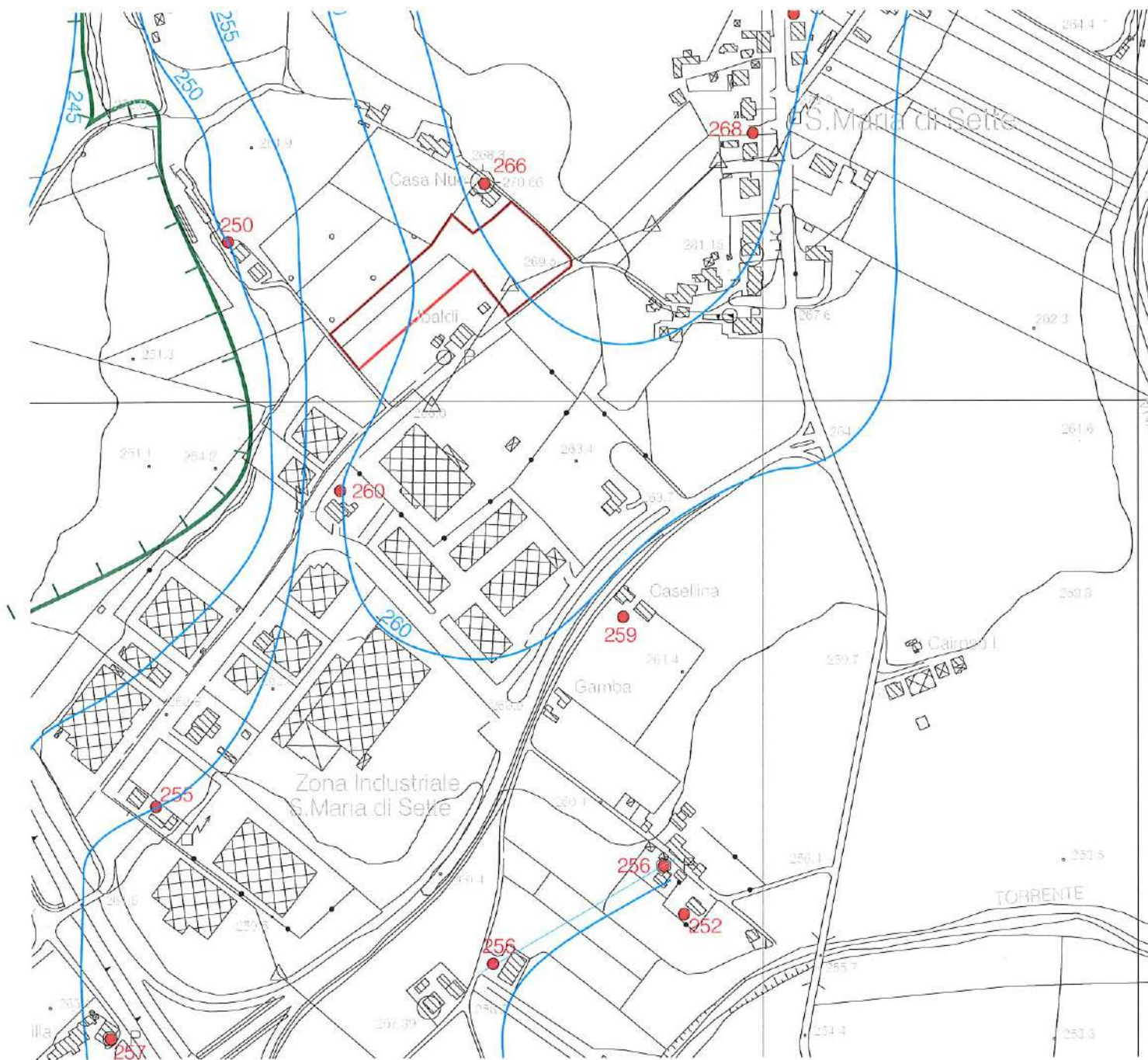


Carta Geologica

Scala 1:5000

- a** Depositi alluvionali attuali e recenti:  
Sabbie e ghiaie sciolte prevalenti;  
limi argillosi bruni prevalenti in strati di alcuni decimetri di spessore, sabbie sciolte grigio-brune a stratificazione incrociata e ghiaie sabbiose poligeniche. Altezza fino a 5 m.  
Olocene
- b2-2** Depositi alluvionali terrazzati (b2-2):  
Depositi costituiti da prevalenti limi e sabbie limose con intercalazioni di ghiaie sabbiose generalmente non differenziati. Altezza fino a 16 m.  
Pleistocene medio - superiore
- b2-3** Depositi alluvionali terrazzati (b2-3):  
Depositi costituiti da prevalenti limi e sabbie limose color marrone e ruggine con intercalazioni di ghiaie sabbiose generalmente non differenziati. Altezza fino a 50 m.  
Pleistocene medio - superiore.







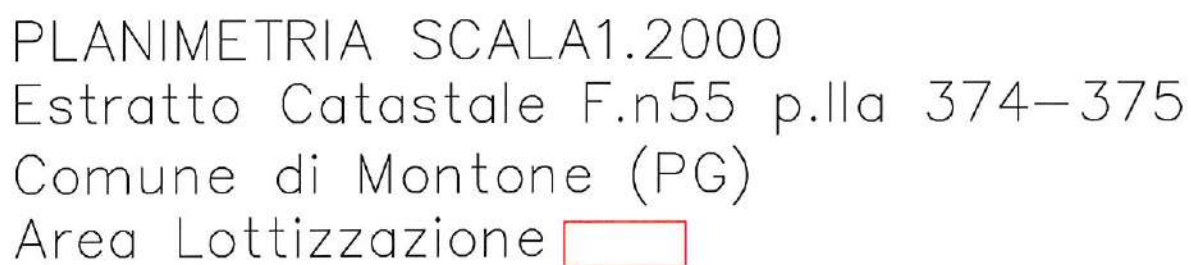
Carta Geomorfológica e Idrogeologica

scala 1:5.000

 Orlo di scarpata fluviale,  $h < 10$  m.

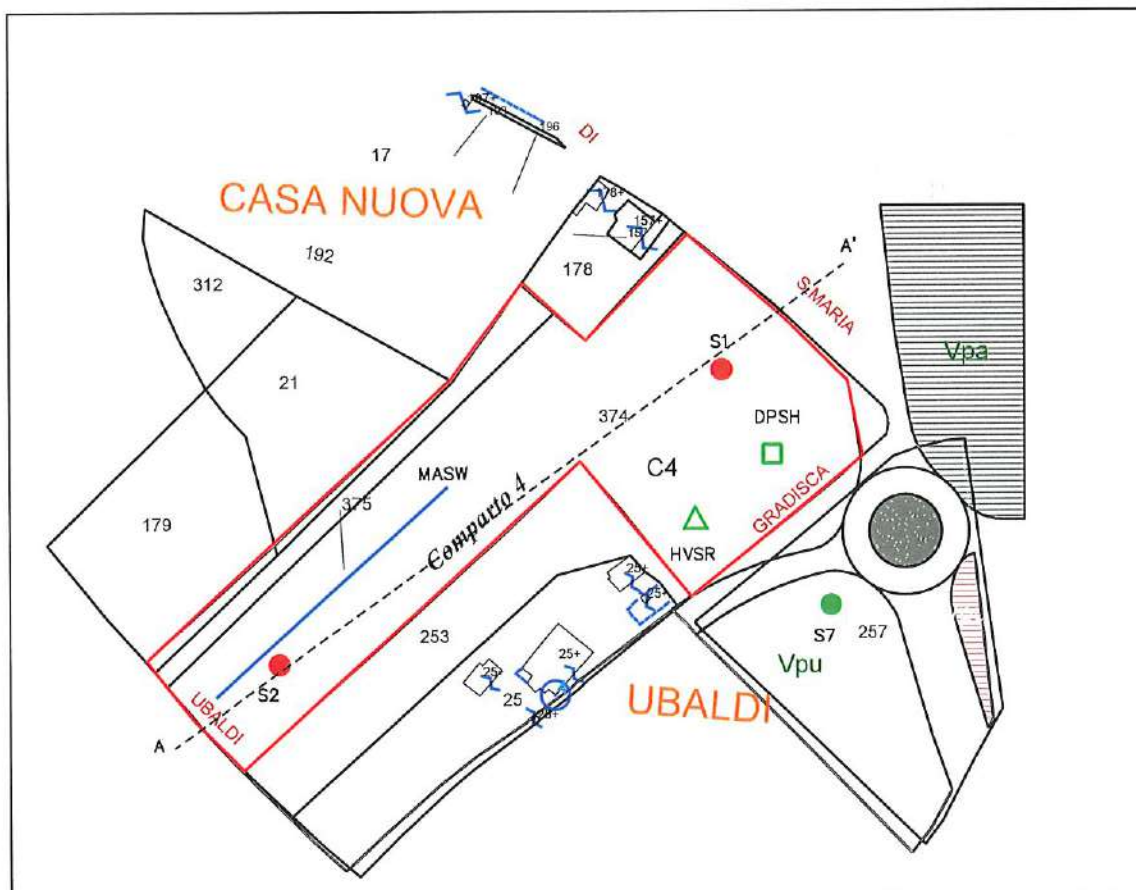
 250 Pozzo e relativa profondità del livello statico (s.l.m.)

 250 Isopiezometrica e relativa quota sul livello del mare





# CARTA DELLE INDAGINI

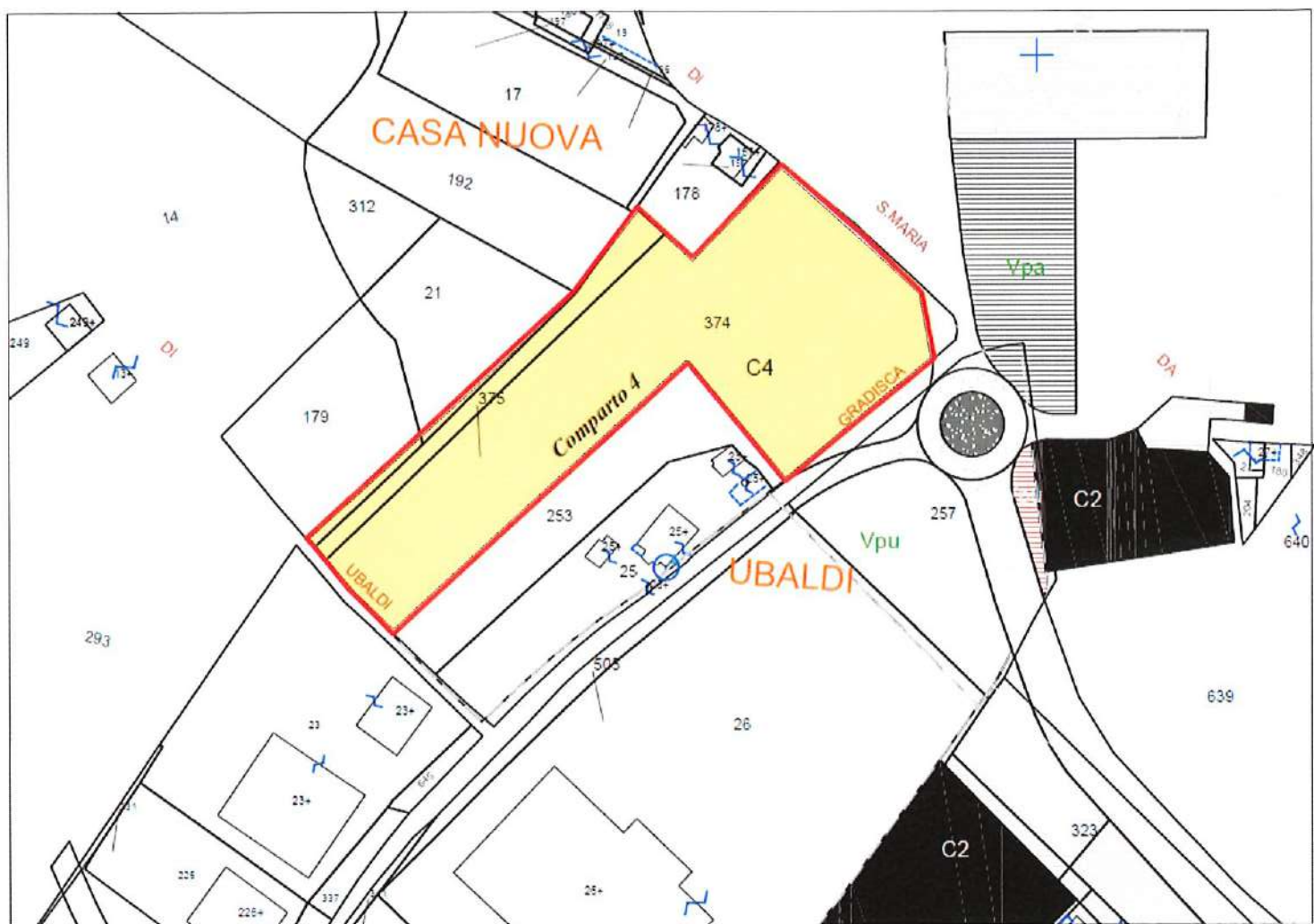


Planimetria scala 1:2000 F.n.55 p.l.a.n.374-375  
Comune di Montone (PG)

Area da lottizzare


## LEGENDA

- Sondaggi di nuova esecuzione
- Sondaggio preesistente
- Prova penetrometrica preesistente
- △ HVS preesistente
- MASW eseguita
- Traccia di sezione

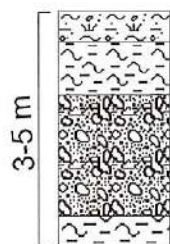


## CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA Scala 1:2000

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

-  Depositi alluvionali terrazzati  
Altezza fino a 50 m.  
Pleistocene medio - superiore.

### Litologia dei terreni di copertura



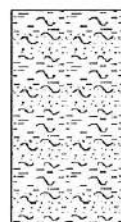
terreno vegetale argilloso

limo argilloso leggermente sabbioso color marrone scuro

ghiaia con ciottoli centimetrici in matrice argilloso-sabbiosa;  
ciottoli arenitici a spigoli vivi e ciottoli calcarei arrotondati

limo sabbioso-argilloso compatto marrone

### Informazioni sul substrato



Depositi fluvio lacustri dati da limi argillosi  
e limi sabbiosi grigi uniformi e compatti  
(substrato coesivo sovraconsolidato)



CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA SCALA 1:2.000

Scala 1:2000

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



FA = 1,18

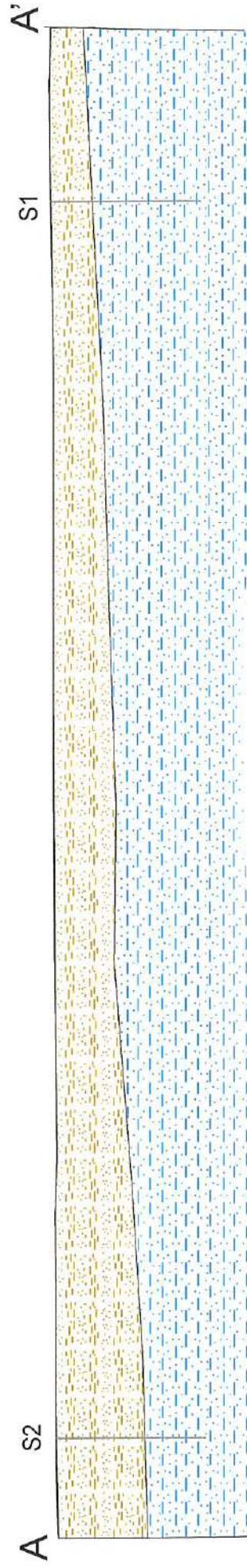
FV = 1,81



# SEZIONE GEOLOGICA

scala orizzontale 1:800

scala verticale 1:400



## Legenda

 Limi argillosi color marrone scuro  
con intercalazioni ghiaioso-sabbiose color ocra

 Limi argillosi e limi sabbiosi  
di colore grigio, compatti



Sondaggio n° 1





Sondaggio 2



TECNODRILL s.a.s.  
Loc. Corlo, Montone 06014 (PG)  
0759306394

Committente S.I.MO. s.r.l.	Profondità raggiunta 10,00	Quota Ass. P.C. 265 m	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine Piano di lottizzazione	Note1		Inizio/Fine Esecu gennaio 2010
Responsabile Duranti Francesco	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda	Coordinate X Y

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Altre prove	Altre prove
		Terreno vegetale argilloso color marrone scuro							
			0.60						
1		limo argilloso marrone compatto con frustoli carboniosi neri							
2									
			2.50						
		Ghiaie con ciottoli arrotondati cent e dec, in abbondante matrice argilloso-sabbiosa color ocra							
3			3.10						
		limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose e limi sabbiosi variamente alternanti tra loro							
4									
5									
6									
7									
8									
							8.00		
9									
			10.00						

Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
Carotaggio:Continuo

Responsabile



Committente S.I.MO. s.r.l.	Profondità raggiunta 10,00	Quota Ass. P.C. 265 m	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine Piano di lottizzazione	Note1		Inizio/Fine Esecuzio gennaio 2020
Responsabile Duranti Francesco	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda	Coordinate X Y

Scale (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Pocket Test kg/cmq	Metodo Penrazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Altre prove	Altre prove
		Terreno vegetale argilloso color marrone scuro								
			0.60							
1		limo argilloso marrone compatto con frustoli carboniosi neri								
2										
			2.50							
3		Ghiaie con ciottoli arrotondati cent e dec, in abbondante matrice argilloso-sabbiosa color ocra								
4										
5										
			5.50							
6		limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose e limi sabbiosi variamente alternanti tra loro								
7										
8										
9										
			9.00							
			10.00							

Cantiere: SANTA MARIA DI SETTE	N. sondaggio: S7
Committente: COMUNE DI MONTONE	Scala sondaggio 1:100
Perforatore: Tecnadrill s.a.s.	Geologo: FRANCESCO DURANTI
Coord.:	Quota (p.c.): 269
Metodo perf.: CAROTAGGIO CONTINUO	Data ultimazione: 01-07-2005

scala	quota (m)	profondità (m)	stratigrafia	descrizione	carotaggio (g)	campiani	nspt	falda (m)
1	269.0 268.4	0.6		COLTRE AGRARIA SABBIOSO-LIMOSA MARRONE		1.5 S7C1		
2				LIMO ARGILLOSO LEGGERMENTE SABBIOSO MARRONE CON CLASTI CM ARROTONDATI SParsi E FRUSTOLI CARBONIOSI		2		
3							3.5	
4	265.5	3.5		ARGILLA LIMOSA GRIGIA COMPATTA			14-26-38 3.95	
5								
6								
7								
8	261.5	7.5		ARGILLA SABBIOSA GRIGIA COMPATTA				
9	260.5	8.5		SABBIA ARGILLOSA IN FALDA				8.5
10							9.95	
	258.5	10.4					5-10-22 10.4	

# ALLEGATO

## INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE

RIFERIMENTI INDAGINE	
COMMITTENTE	Geol. Francesco Duranti
TIPO D'INDAGINE ESEGUITA	MASW ( <i>Multichannel Analysis Surface Waves</i> ) <i>Analisi onde di Rayleigh componente verticale</i>
LOCALITA'	Montone (PG)
TOPONIMO / VIA	Santa Maria di Sette
DATA	24 gennaio 2020



DATI SPERIMENTATORE	
NOMINATIVO	GEOLOGO ALESSANDRO RICCIARDI
RIFERIMENTI SEDE STUDIO	06012 CITTA' DI CASTELLO (PG), Via F. PIERUCCI n° 9
RIFERIMENTI TELEFONICI, e-mail	075-8523284 - 3331785649 - ricciardiale@libero.it
POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA (PEC)	ricciardiale@epap.sicurezzapostale.it



**F**

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL'ARRAY



## G - I

## SPECIFICHE ARRAY ed IMPOSTAZIONI ACQUISIZIONE

①

## SCHEMA DI RIFERIMENTO DELL'ARRAY

S1	S2	<== Posizione shots ==>																								S3	S4
Geofoni ==>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Array ==>	

②

## GENERALITA'

COMMITTENTE	Geol. Francesco Duranti		ONDA ANALIZZATA	Onde di Rayleigh componente verticale	
SIGLA. RIF. INDAGINE	MW1		COORDINATE ED50	LAT 43,33091	LONG 12,31926
COMUNE	Montone (PG)		LOCALITA' di RIFERIMENTO	Santa Maria di Sette	
DATA	24/01/20	ORA INIZIO PROVA	10:30	ORA FINE PROVA	11:30
SPERIMENTATORE	Geol. Francesco Duranti		STRUMENTAZIONE	Do.Re.Mi della SARA srl	
				DURATA PROVA	1:00

③

## GEOMETRIA ARRAY

NUM. DI CANALI (G)	24	DISTANZA INTERGEOFONICA (m)	2	LUNGHEZZA ARRAY (m)	46
DIREZIONE ARRAY	G 1 SSO →	G 24 NNE	PENDENZA MEDIA ARRAY	Inferiore a 15°	
POSIZIONE PUNTI DI SHOT	↗ →	DIST. SHOT S1 da G 1 (m)	6	→	DIST. SHOT S2 da G 1 (m)
	↘ →	DIST. SHOT S3 da G 24 (m)	2	→	DIST. SHOT S4 da G 24 (m)
BATTUTE SU PUNTI DI SHOT	↗ →	n° BATTUTE IN S1	4	→	n° BATTUTE IN S2
	↘ →	n° BATTUTE IN S3	4	→	n° BATTUTE IN S4

④

## COORDINATE GEOFONI

G1	X = 0,00 ; Y = 0,00	G2	X = -1,00 ; Y = -1,73	G3	X = -2,00 ; Y = -3,46
G4	X = -3,00 ; Y = -5,20	G5	X = -4,00 ; Y = -6,93	G6	X = -5,00 ; Y = -8,66
G7	X = -6,00 ; Y = -10,39	G8	X = -7,00 ; Y = -12,12	G9	X = -8,00 ; Y = -13,86
G10	X = -9,00 ; Y = -15,59	G11	X = -10,00 ; Y = -17,32	G12	X = -11,00 ; Y = -19,05
G13	X = -12,00 ; Y = -20,78	G14	X = -13,00 ; Y = -22,52	G15	X = -14,00 ; Y = -24,25
G16	X = -15,00 ; Y = -25,98	G17	X = -16,00 ; Y = -27,71	G18	X = -17,00 ; Y = -29,44
G19	X = -18,00 ; Y = -31,18	G20	X = -19,00 ; Y = -32,91	G21	X = -20,00 ; Y = -34,64
G22	X = -21,00 ; Y = -36,37	G23	X = -22,00 ; Y = -38,11	G24	X = -23,00 ; Y = -39,84

⑤

## COORDINATE SHOT

SHOT S1	X = 3,00 ; Y = 5,20	SHOT S2	X = 1,00 ; Y = 1,73
SHOT S3	X = -24,00 ; Y = -41,57	SHOT S4	X = -26,00 ; Y = -45,03

⑥

## IMPOSTAZIONI DI CAMPIONAMENTO

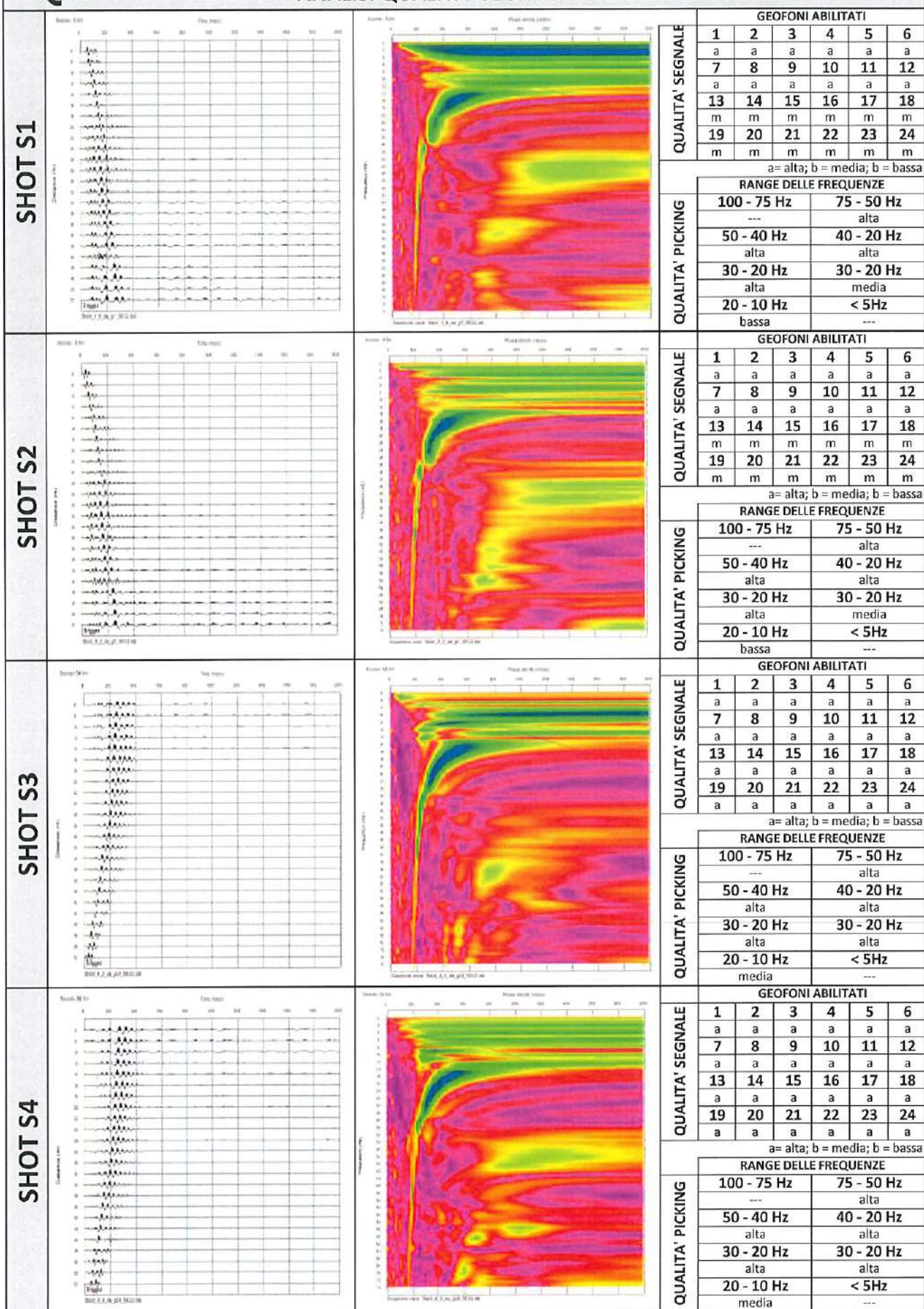
DURATA REGISTRAZIONE (s)	2	FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO (Hz)	3000	PASSO (ms)	0,33333
FREQ. NOMINALE GEOFONI (Hz)	4,5	Verticali	TRIGGER	Piezoelettrico su mazza	
DISPOSITIVO DI BATTUTA	Mazza da 10 Kg	SUPPORTO DI BATTUTA	Piastra in duralluminio Ø 200 mm		

⑦

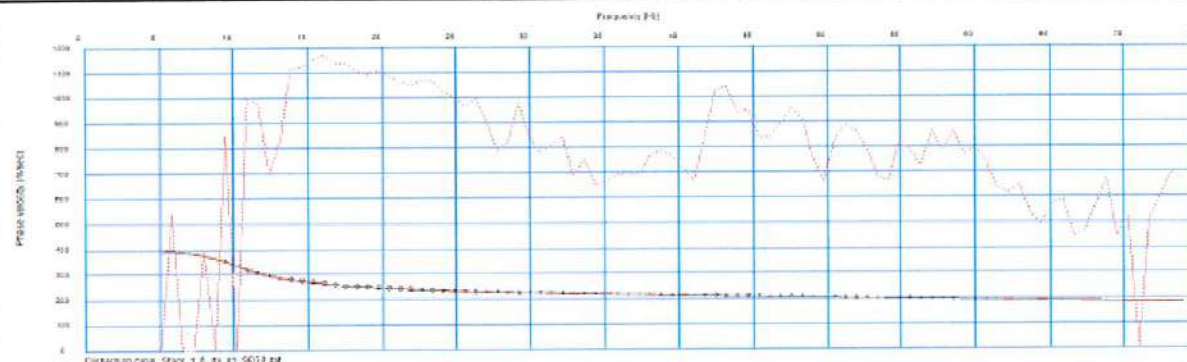
## CONDIZIONI AMBIENTALI

CONTESTO MORFOLOGICO	Pianura alluvionale
LITOTIPI AFFIORANTI	Depositi alluvionali
CONDIZIONI METEO	Nebbioso
GRADO DI SATURAZIONE TERRENO	Medio
TIPO DI COPERTURA LUNGO L'ARRAY	Manto erboso con erba bassa
ACCOP. GEOFONO/TERRENO	Infissione a pressione
NATURA DISTURBI VIBRAZIONALI	Attività produttive
GRADO INTENSITA' DEI DISTURBI	FALSO
DISTANZA FONTE DI DISTURBO	< di 50 m
DIREZIONE FONTE DI DISTURBO	Sud -Est

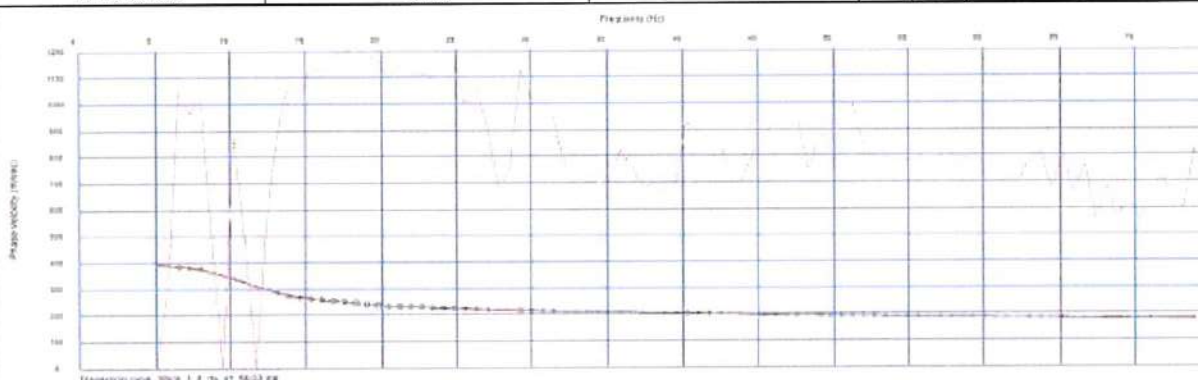


**Q-S-P****ANALISI QUALITA' SEGNALI REGISTRATI & PICKING**

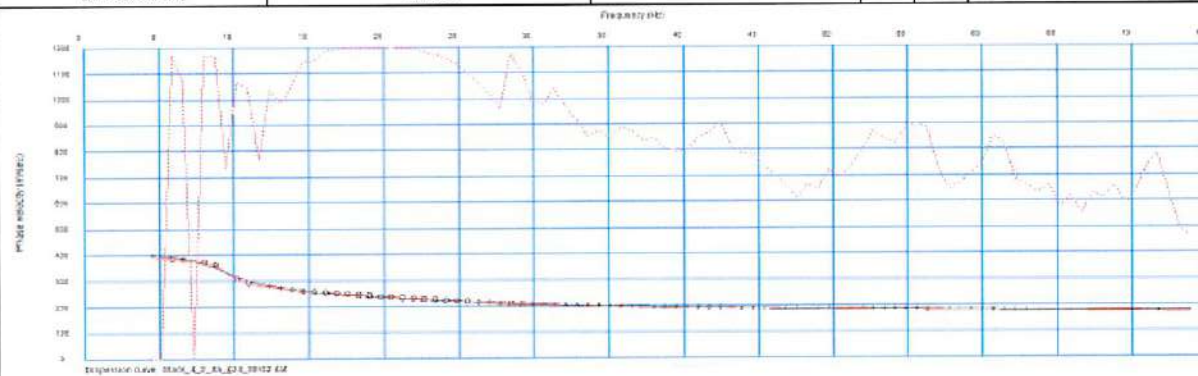


**CD****CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE E TEORICA (MISFIT)****SHOT S1**

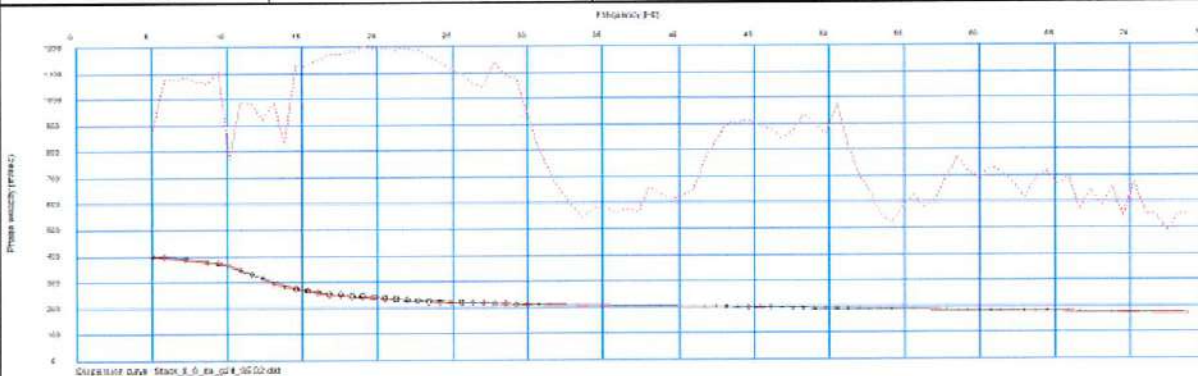
METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,49
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	1,94
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

**SHOT S2**

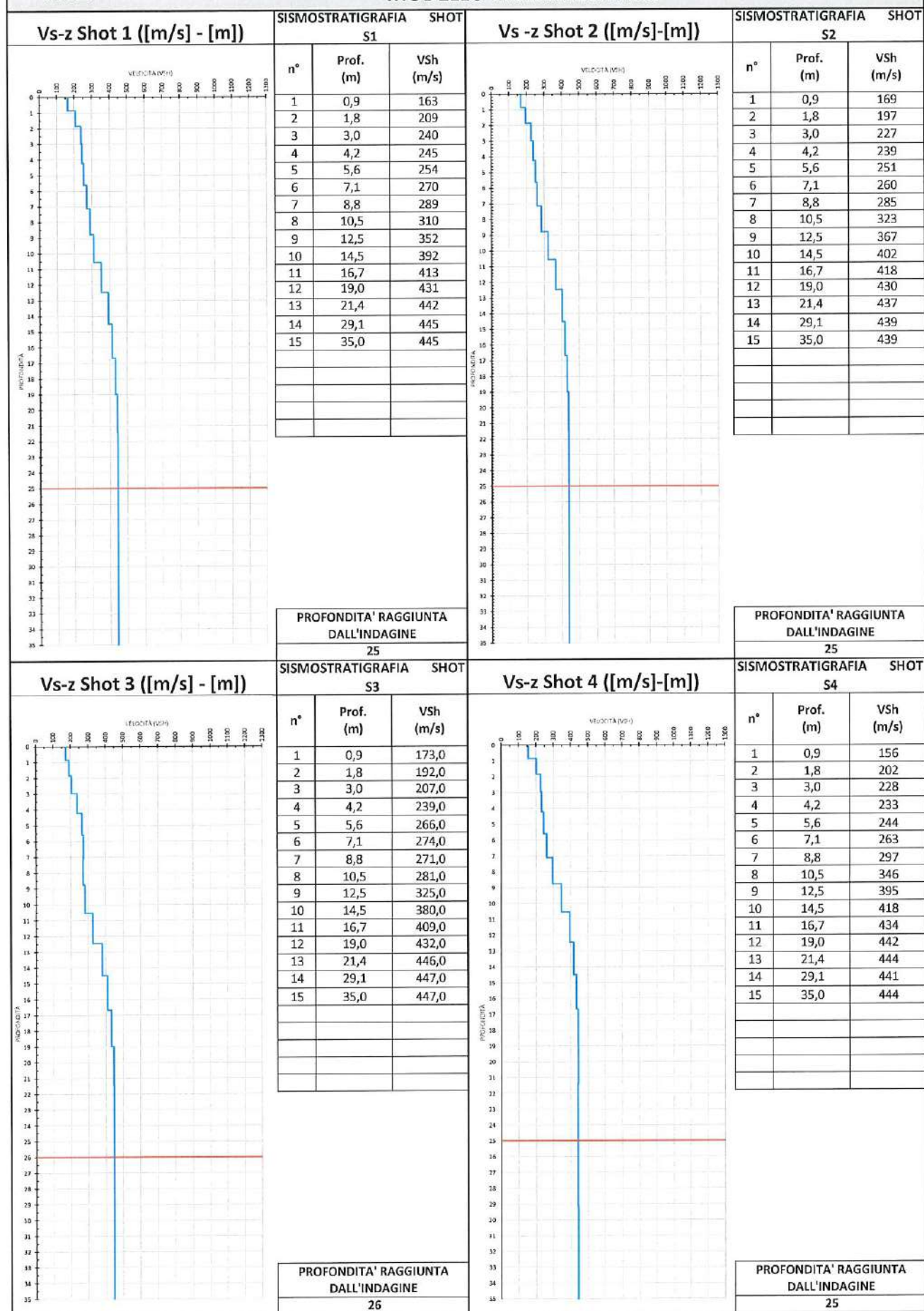
METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,41
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	1,38
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

**SHOT S3**

METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,74
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	2,94
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

**SHOT S4**

METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,55
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	1,86
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

**MI****MODELLO INTERPRETATIVO**

**CS****CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA & SOFTWARES****①****CARATTERISTICHE STRUMENTALI**

<b>NOME PRODOTTO</b>	Do.Re.Mi. - SISMOGRAFO MULTICANALE
<b>DITTA PRODUTTRICE</b>	SARA - Electronic Instruments
<b>TOPOLOGIA</b>	RETE DIFFERENZIALE RS485 HALF-DUPLEX MULTIPOINT
<b>NUMERO MASSIMO DI CANALI PER TRATTA</b>	255
<b>CAVO</b>	4 CONDUTTORI, 2 COPPIE RITORTE, ROBOTICO RESISTENTE A TORSIONI, FLESSO-TORSIONI, ABRASIONI ED AGENTI CHIMICI

**②****CAMPIONAMENTO**

<b>MEMORIA</b>	64 KBYTE (>30000 CAMPIONI)
<b>FREQUENZE IN Hz/ PARI AD INTERVALLI IN ms</b>	200, 300, 400, 500, 800, 1000, 2000, 3000, 4000, 8000, 10000, 20000 / 5, 3,33, 2,5, 2, 1,25, 10,5, 0,33, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05

**③****DINAMICA SISTEMA**

<b>RISOLUZIONE CON GUADAGNO</b>	10X: 7600 $\mu$ v
<b>RISOLUZIONE CON GUADAGNO</b>	1000x: 0,076 $\mu$ v
<b>DINAMICA DI BASE</b>	96 dB (16 bit)
<b>DINAMICA MASSIMA DEL PREAMPLIFICATORE</b>	80dB
<b>SIGNAL TO NOISE RATIO RMS FRA 0,5 E 30 HZ</b>	>90dB
<b>FULL RANGE A 10X</b>	0,5V p-p
<b>RISOLUZIONE RMS A 1000X E 4000 SP5</b>	0,0000002V p-p
<b>DINAMICA TOTALE TEORICA</b>	155dB
<b>DINAMICA TOTALE SENZA POSTPROCESSING</b>	>127 dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
<b>DINAMICA TOTALE IN POSTPROCESSING</b>	>140dB

**④****CONVERTITORE A/D**

<b>RISOLUZIONE</b>	16 bit
<b>DINAMICA</b>	96 Db

**⑤****PREAMPLIFICATORE**

<b>TIPOLOGIA</b>	ULTRA-LOW NOISE CON INGRESSO DIFFERENZIALE
<b>FILTRI</b>	3 Hz PASSA ALTO 1 POLO; 200Hz PASSA BASSO 4 POLI
<b>GUADAGNI</b>	DA 10X A 8000X
<b>REIEZIONE DI MODO COMUNE</b>	>80dB
<b>IMPEDENZA D'INGRESSO</b>	>100K $\Omega$
<b>DIAFONI (CROSSTALK)</b>	NON APPLICABILE (ELEMENTI SINGOLI DIGITALI)

**⑥****SOFTWARE ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE**

<b>ACQUISIZIONE</b>	Software acquisizione Do.Re.Mi.
<b>ELABORAZIONE</b>	Selsimager, Geopsy



**Veq****IPOTESI DI ASSEGNAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**

secondo Approccio Semplificato di cui al D.L. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni"

**①****ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S1**

QUOTA PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BRS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	339,6	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	354,4	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	365,0	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	373,7	N.R.	N.R.	---	B

**②****ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S2**

PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BRS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	337,5	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	351,4	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	362,9	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	372,4	N.R.	N.R.	---	B

**③****ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S3**

PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BRS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	331,5	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	344,7	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	356,7	N.R.	N.R.	---	C
-3,00	30,0	367,9	N.R.	N.R.	---	B

**④****ELABORAZIONE SEGNALE RIFERITO A S4**

PIANO FONDALE (m)	SPESSORE COPERTURE (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE COPERTURE (m/s)	SPESSORE BED ROCK SISMICO (m)	VELOCITA' EQUIVALENTE BRS (m/s)	CONTRASTO DI VELOCITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
p.c.	30,0	342,1	N.R.	N.R.	---	C
-1,00	30,0	358,2	N.R.	N.R.	---	C
-2,00	30,0	369,7	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	379,7	N.R.	N.R.	---	B

Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo di 3 m.
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
<b>E</b>	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

## Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Date: 25 9 2018

Time: 17 50

Dataset: MT\_20180919\_110945.SAF

Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 40

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

---

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 7.4

Peak HVSR value: 3.0

---

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1.  $[f_0 > 10/L_w]$ :  $7.4 > 0.25$  (OK)
- #2.  $[n_c > 200]$ :  $1190 > 200$  (OK)
- #3.  $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$  (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1.  $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A_H/V(f^-) < A_0/2]$ : yes, at frequency 7.4Hz (OK)
- #2.  $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A_H/V(f^+) < A_0/2]$ : yes, at frequency 1.2Hz (OK)
- #3.  $[A_0 > 2]$ :  $3.0 > 2$  (OK)
- #4.  $[f_{\text{peak}}[A_H/V(f)] \approx \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ : (OK)
- #5.  $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$ :  $7.442 > 0.077$  (NO)
- #6.  $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$ :  $0.700 < 2$  (OK)



Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities. Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change.

show data
reset

step1 (optional) - decimate

120Hz
new frequency
resample

step2 - HV computation

remove areas
clean area

40
window length (s)

10
tapering (%)

10%
spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)
compute

step3a (optional) - directivity analysis

compute
max freq 22 Hz

step3b (optional) - directivity over time

directivity in time
time step 50 s

save - optional: save HVSR as file

Save HV from 0.5 to 64 Hz

save HV curve (as file)

Save - optional: pick HV curve

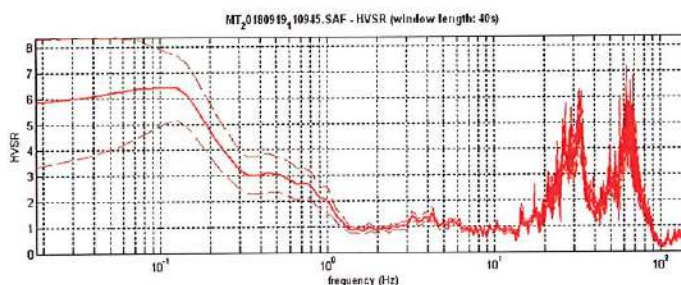
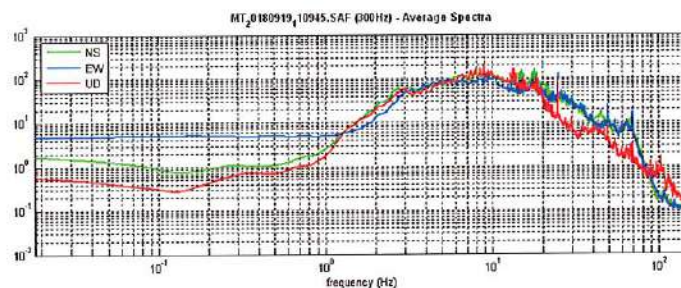
pick HV curve
save picked HV

quick analysis (f-Vs/40)

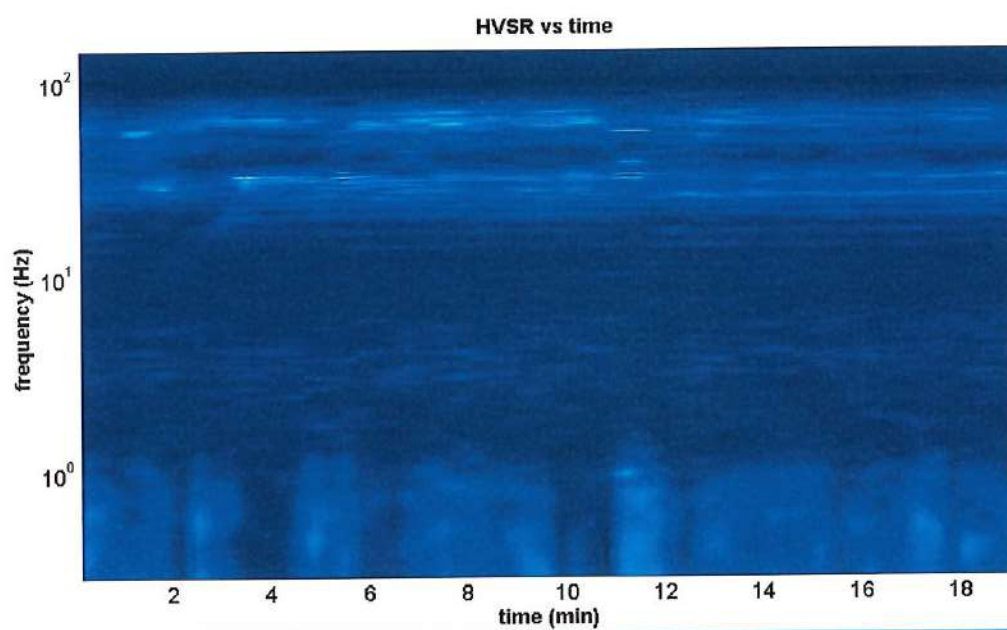
average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

depth of the bedrock (m)

compute



To model the HVSR (see jointly with MASW or ReMi data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectra/Modelling & Picking" panels and upload the saved HV curve



winMASW  
Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



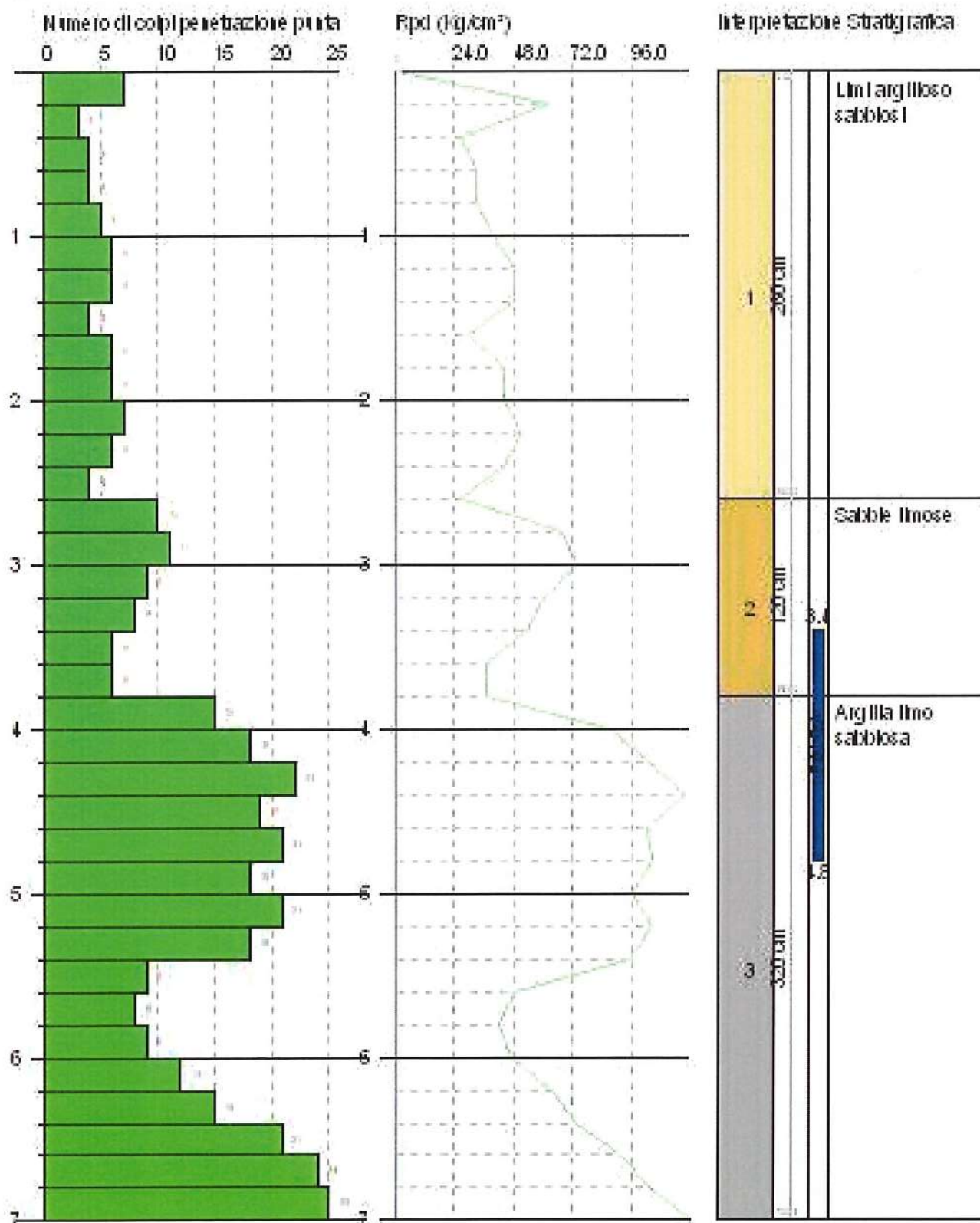


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Montone  
Cantiere: Santa Maria di Sette  
Località: Zona Industriale

Data: 27/09/2018

Scala 1:34



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2







PROVA ... Nr.3

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
27/09/2018  
7.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herninier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	7	0.855	62.86	73.55	3.14	3.68
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	4	0.814	26.97	33.13	1.35	1.66
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	9	0.806	60.08	74.54	3.00	3.73
3.40	8	0.803	53.23	66.25	2.66	3.31
3.60	6	0.801	37.17	46.41	1.86	2.32
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	15	0.746	86.56	116.03	4.33	5.80
4.20	18	0.744	103.55	139.24	5.18	6.96
4.40	22	0.691	117.67	170.18	5.88	8.51
4.60	19	0.739	101.93	137.88	5.10	6.89
4.80	21	0.687	104.71	152.40	5.24	7.62
5.00	18	0.735	96.01	130.62	4.80	6.53
5.20	21	0.683	104.09	152.40	5.20	7.62
5.40	18	0.731	95.49	130.62	4.77	6.53
5.60	9	0.779	47.92	61.51	2.40	3.08
5.80	8	0.777	42.50	54.67	2.12	2.73
6.00	9	0.775	47.70	61.51	2.38	3.08
6.20	12	0.774	63.45	82.01	3.17	4.10
6.40	15	0.722	74.02	102.51	3.70	5.13
6.60	21	0.670	90.91	135.61	4.55	6.78
6.80	24	0.669	103.65	154.99	5.18	7.75
7.00	29	0.667	124.95	187.28	6.25	9.36

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.6	5.23	49.05	Incoerente - coesivo	0	1.89	1.9	0.25	1.47	7.7	Limi argilloso sabbiosi
3.8	8.33	67.92	Incoerente - coesivo	0	2.02	2.22	0.61	1.47	12.26	Sabbie limose
7	17.44	123.09	Incoerente - coesivo	0	2.12	2.24	1.1	1.47	25.67	Argilla limo sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	7.7	2.60	0.48	0.96	0.25	0.31	0.75	1.47	0.69	1.02	0.39	1.02	0.96



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA  
REGIONE UMBRIA

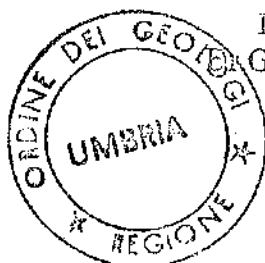
Perugia, 04/05/00

RIF. 9

Si certifica che il

Dr. Geol. DURANTI FRANCESCO  
Cod. Fiscale DRNFNC62H196618M  
nato a PIETRALUNGA (PG) il 19/06/62  
residente a PIETRALUNGA (PG)  
in VIA G. MARCONI, 96

- laureato in Scienze Geologiche - e' iscritto all'Albo  
Professionale dei Geologi, giusta delibera del 02/09/88  
ai sensi dell'art.V della Legge 3.2.1963 n.112, con  
anzianita' 02/09/88 e numero di riferimento 82.



IL PRESIDENTE  
Dr. Geol. Claudio Celesti