



A photograph of a historic building in Cortina, Italy. The building has a light-colored facade and a large, prominent stone archway on the right side. Above the archway, there is a balcony with a flag. The building is surrounded by other historic structures, and the street in front is paved with cobblestones.

VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO "PALAZZO COMUNALE"

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato G.01		GEOLOGIA RELAZIONE GEOLOGICA				
		File: G.01_e01			Layout: G.01	
ed.	data	motivo	redatto	verificato	approvato	autorizzato
01	18/12/2019	Emissione e Consegna	FD	FD	PM	PM
02						
03						
<div>G.EOSTUDIO - GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA Dott. Geol. Francesco Duranti - P.IVA 01742400540 - C.F. DRNFNC62H19G618M Via G.Marconi, 96 - Pietralunga (PG) - Tel. 075/9460744</div>						
Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale. La proprietà tutelera i suoi diritti in termini di legge.						

PREMESSA

Di seguito vengono illustrati i risultati di uno studio geologico-geotecnico propedeutico al progetto di miglioramento sismico del palazzo comunale di Montone finalizzato alla prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti (ex art. 2 comma 1 lett. b dell'OCDPC 293/15).

Lo studio è consistito nella raccolta, analisi ed interpretazioni di dati preesistenti provenienti dalle campagne geognostiche per il consolidamento del colle e nella esecuzione di indagini sismiche di superficie (MASW e HVSr). E' stato inoltre eseguito un rilevamento geologico di dettaglio a livello degli scantinati degli edifici limitrofi.

Ai sensi del D.M. 11-03-1988 e del D.M. 17-01-2018 si è quindi giunti alla caratterizzazione geologico-morfologica geotecnica e sismica dell'area di intervento.

Alla relazione vengono allegati:

- Carta topografica I.G.M. nuova serie foglio 290 sez. III;
- Foto aerea con ubicazione indagini eseguite;
- Planimetria con ubicazione indagini eseguite;
- Planimetria catastale scala 1:1.000 del centro storico di Montone;
- Carta tecnica scala 1:5.000 con ubicazione sondaggi per il consolidamento del colle di Montone;
- Carta geologica scala 1:5.000;
- Stratigrafie sondaggi di riferimento provenienti dalle campagne geognostiche per il consolidamento del colle;
- Profilo geologico scala 1:5.000;
- Sezione stratigrafica scala 1:100;
- Report relativo ad indagine sismica MASW e HVSr;
- Foto degli affioramenti a livello degli scantinati di edifici limitrofi.

1.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il fabbricato da ristrutturare è situato all'interno del centro storico di Montone in Piazza Fortebraccio 3.

Il colle di Montone è costituito interamente dai depositi appartenenti al ciclo di sedimentazione lacustre e fluvio-lacustre plio-pleistocenico.

Si tratta di terreni coerenti ed incoerenti disposti in strati sub-orizzontali o leggermente inclinati verso SW.

In genere si possono distinguere tre unità dal basso verso l'alto:

- a) Complesso limoso-argilloso di base (FHL sintema di Fighille)
- b) Complesso sabbioso-limoso di transizione (CTN1 sintema di Molin dell'Olio)
- c) Complesso sommitale conglomeratico-sabbioso (CTN2b-CTN2c sintema di Citerna)

Il **Complesso limoso-argilloso** costituisce la parte basale della serie. Gli affioramenti più significativi di questi sedimenti caratterizzati da una colorazione grigio chiara o grigio verdastro si hanno lungo il Fosso San Martino sul versante orientale del colle e lungo il Fosso il Rio alla base del versante occidentale.

Questo complesso rappresenta il termine più antico tra i depositi affioranti presso il colle di Montone, il cui spessore è difficilmente determinabile per l'impossibilità di seguire con continuità lo sviluppo del suo letto e del suo tetto.

Si tratta di materiali le cui frazioni granulometriche presentano un'estrema variabilità laterale e volumetrica anche se le frazioni più fini tendono a prevalere nella parte bassa del complesso, mentre quelle più grossolane prevalgono nella parte alta. Ai livelli più prettamente limo-argillosi si intercalano lenti o livelli sabbiosi o addirittura conglomeratici, di spessore variabile nell'ordine di qualche metro (1.5-6 m), più frequenti verso l'alto.

Il Complesso sabbioso-limoso affiora nella fascia medio alta (>380 m s.l.m.) ed in parte anche in quella bassa dei versanti e poggia sul complesso precedente.

Si tratta di sabbie limose con colorazione variabile dal giallo ocra al giallo arancio. Generalmente risultano scarsamente cementate e mal stratificate: intercalate ad esse si trovano lenti sabbioso-conglomeratiche poco cementate e lenti argillose di colore grigio verde.

Anche questo complesso ha spessori molto variabili ed il passaggio tra questo ed il complesso precedente non è facilmente rilevabile causa frequenti coperture dovute ad accumuli detritici e di frana che sovrappongono ad esso mascherandolo (Macchia del Negrone, versante orientale del Colle).

Il Complesso sommitale conglomeratico-sabbioso è distribuito per la maggior parte su tutto il crinale della dorsale su cui sorge l'abitato (> 450 m s.l.m.) e si estende verso Nord, ricoprendo, in posto, il basamento prepliocenico della Marnoso-Arenacea umbra. Il contatto fra complesso conglomeratico sabbioso sommitale e la marnoso-arenacea è di tipo tettonico (frammenti di calcite spatica, più o meno alterata, sono presenti nei conglomerati sommitali che delimitano tale contatto e possono essere collegati alla tettonica distensiva legata alla formazione del bacino lacustre).

Litologicamente si tratta di conglomerati costituiti da ciottoli arenacei e calcarenitici di varie dimensioni, talora localmente arrotondati o subappiattiti. Sono sempre immersi in una matrice sabbioso-limosa con diverso grado di cementazione, intercalate a questi si riconoscono lenti sabbioso-limose di spessore sempre dell'ordine di qualche metro e lenti argilloso-limose che non superano spessori di 2-3 metri.

Tutto il centro abitato poggia su sedimenti costituiti dal complesso conglomeratico sabbioso sommitale. I conglomerati tipici di sommità sono ben visibili all'interno dei locali seminterrati dei vari edifici posti lungo via Borgo Vecchio che delimita le mura castellane lungo il versante orientale del colle. Tali locali sono stati ricavati all'interno dei conglomerati sfruttando le loro caratteristiche autoportanti e sono in affioramento sulle pareti e sulle volte dei locali stessi come si evince dalle foto allegate scattate all'interno di locali seminterrati nei pressi dell'edificio di interesse.

Il passaggio al complesso inferiore viene di solito segnato da un salto morfologico facilmente individuabile.

2.0 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il centro storico di Montone sorge a quota 450-480 m sulla sommità del colle omonimo costituente una dorsale allungata in direzione N-S interposta tra le valli alluvionali del T. Carpina ad est e del T. Lana ad ovest.

Il palazzo comunale si trova in Piazza Fortebraccio a ridosso delle mura castellane lungo il versante orientale del colle che si affaccia sul fondovalle del Torrente Carpina posto a quota 320 m s.l.m..

La parte alta del versante nota come "Macchia del Negrone" inizia con un tratto ad elevata pendenza o sub-verticale e prosegue con pendenze comunque elevate fino a quota 390 m s.l.m.; a quote inferiori le pendenze diminuiscono in ragione dell'affioramento di sedimenti più facilmente modellabili presenti alla base del colle.

Complessivamente comunque il versante presenta una totale asimmetria rispetto al versante occidentale dove predominano tratti rettilinei a blanda pendenza.

Tale asimmetria riflette l'assetto strutturale locale corrispondente ad una monoclinale con strati immergenti a SW. Questo è dovuto alla presenza di faglie dirette ad orientazione N15E connesse con le fasi più recenti del sollevamento regionale (< 3 milioni di anni) che hanno determinato il basculamento degli strati verso W con conseguente assetto a franapoggio sul versante occidentale ed assetto a reggipoggio su quello orientale.

Tale assetto strutturale ha giocato un ruolo decisivo sullo sviluppo e sulla dinamica evolutiva dei numerosi fenomeni franosi che caratterizzano i versanti laterali del Colle. Sul versante occidentale, caratterizzato da strati a franapoggio, si sono avute le condizioni ideali per lo sviluppo di movimenti prevalentemente traslazionali (frana di Monte Bestia e movimenti lungo il tratto di versante a valle del nuovo campo sportivo fino a Casa Cerro) mentre sul versante orientale le elevate acclività hanno favorito lo sviluppo di movimenti di tipo prevalentemente rotazionale (frana della Macchia del Negrone) con fenomeni di crollo progressivi dei banchi conglomeratici per scalzamento dei sedimenti fini limoso-argillosi facilmente erodibili posti alla base. Tale zona è stata oggetto di imponenti lavori di consolidamento che hanno portato alla sua completa stabilizzazione.

3.0 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nonostante la granulometria grossolana dei sedimenti costituenti la sommità del colle, il loro elevato stato di addensamento e la presenza di matrice fine sabbioso-limosa a luoghi anche cementata, riduce notevolmente la permeabilità primaria del deposito.

Ne consegue quindi una circolazione idrica sotterranea piuttosto limitata e la formazione quindi di una falda freatica di scarsa potenzialità il cui battente impermeabile è rappresentato dalla sottostante unità dei limi argillosi di base.

Il livello statico della falda, rilevato in corrispondenza dei fori di sondaggio condizionati a piezometro esistenti sul colle, è posto generalmente tra 50 e 60 m di profondità.

4.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

L'area del centro abitato è stata interessata da varie campagne geognostiche che si sono succedute dagli anni 70 agli anni 90 per gli studi relativi al consolidamento del colle. Le indagini sono consistite in sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e con realizzazione di prove SPT in foro.

Da tali stratigrafie si evince che sulla sommità del colle affiorano prevalentemente terreni a granulometria grossolana rappresentati da ghiaie e conglomerati poligenici ai quali si intercalano sabbie e sabbie limose.

In allegato vengono riportate le stratigrafie dei sondaggi ritenuti più significativi (sondaggi 32e ed il 5e) eseguiti nei pressi del palazzo comunale sulla via Sant'Albertino.

I banchi conglomeratici sono costituiti da ciottoli arenacei, calcarenitici e marnosi sub-arrotondati e appiattiti ben classati immersi in matrice sabbioso-limosa giallastra.

Tali sedimenti sono caratterizzati da un elevato addensamento ed a luoghi da cementazione che conferisce al deposito una consistenza lapidea. A quote inferiori ai 430-420 m s.l.m. aumenta la frazione sabbioso limosa e diminuisce quella grossolana ghiaiosa.

4.1 RISULTATI PROVE S.P.T. IN FORO

Vengono riportati i risultati delle prove SPT eseguite nel corso dell'ultima campagna geognostica per il consolidamento del colle di Montone realizzata nell'anno 1993.

Le prove eseguite nei vari sondaggi sono state raggruppate per tipo litologico in modo da caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i vari litotipi costituenti il colle di Montone.

Ghiaie addensate e conglomerati cementati:

Sond. A2/3 prova SPT n° 1 da 3,00 a 3,41 m	Ghiaia a ciottoli poligenici arenitici e calarenitici arrotondati in matrice sabbioso limosa marrone	Nspt = 37- R-	Valore Nspt = 50
Sond. A2/3 prova SPT n° 2 da 8,70 a 8,9 m	Ghiaia a ciottoli poligenici arenitici e	Nspt = 12 - R	Valore Nspt = 50

	calarenitici arrotondati in matrice sabbioso limosa marrone		
Sond. A2/3 prova SPT n° 5 da 15,00 a 15,23 m	Ghiaia a ciottoli poligenici arenitici e calarenitici arrotondati in matrice sabbioso limosa marrone	Nspt = 42 - R	Valore Nspt = 50
Sond. A3/2 prova SPT n° 4 da 8,00 a 8,25 m	Ghiaia a ciottoli poligenici arenitici e calarenitici arrotondati in matrice sabbioso limosa marrone	Nspt = 34 - R	Valore Nspt = 50
Sond. A3/5 prova SPT n° 4 da 8,00 a 8,45 m	Ghiaia a ciottoli poligenici in matrice sabbiosa marrone	Nspt = 17-18-23	Valore Nspt = 41
Sond. A4/3 prova SPT n° 1 da 3,00 a 3,45 m	Ghiaia ad elemento poligenici arrotondati in abbondante matrice sabbioso-limoso-argillosa marrone	Nspt = 11-20-26	Valore Nspt = 46

Le ghiaie ed i conglomerati sono caratterizzati da un elevato stato di addensamento o da cementazione che determina rifiuto alla penetrazione dinamica. Il valore di Nspt assunto è pertanto pari a 50 (ASTM D11586-84).

Sabbie, sabbie limose, :

Sond. A1/1 prova SPT n° 2 da 4,5 a 4,95 m	Sabbia limosa giallo-ocra con clasti arenitici arrotondati e siltitici appiattiti	Nspt = 5-8-9-	Valore Nspt = 17
Sond. A2/2 prova SPT n° 2 da 4,00 a 4,45	Sabbia limosa giallo-ocra con venature grigie	Nspt = 5-8-10	Valore Nspt = 18
Sond. A3/2 prova SPT n° 2 da 4,00 a 4,45 m	Sabbia limosa giallo-ocra con livelli biancastri di prec. chimica	Nspt = 9-12-17	Valore Nspt = 29
Sond. A4/1 prova SPT n° 1 da 3,00 a 3,45 m	Sabbia limosa color ocra con clasti mm sparsi	Nspt = 9-16-18	Valore Nspt = 34
Sond. A4/3 prova SPT n° 2 da 6,00 a 6,45 m	Sabbia limosa marrone e giallo ocra con clasti cm e mm sparsi	Nspt = 8-9-8	Valore Nspt = 17

Limi argillosi, limi sabbiosi :

Sond. A1/4 prova SPT n° 1 da 2,00 a 2,45 m	Limo sabbioso grigio e marrone con frustoli carboniosi	Nspt = 2-5-10	Valore Nspt = 15
Sond. A1/4 prova SPT n° 4 da 8,00 a 8,45	Limo argilloso grigio con intercalazioni dm di sabbia fine	Nspt = 12-19-20	Valore Nspt = 39
Sond. A2/2 prova SPT n° 5 da 10,50 a 10,95 m	Limo argilloso color grigio azzurro uniforme	Nspt = 18-23-26	Valore Nspt = 49

Sond. A4/5 prova SPT n° 1 da 12,50 a 12,95 m	Limo argilloso grigio- azzurro uniforme	Nspt = 15-18-30	Valore Nspt = 48
Sond. A4/1 prova SPT n° 2 da 6,00 a 6,45 m	Limo sabbioso grigio- verde	Nspt = 13-18-22	Valore Nspt = 40

5.0 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati nei sondaggi si fa riferimento ai risultati delle prove penetrometriche SPT fatte durante la campagna geognostica del 1993 seguita dallo scrivente per conto della Regione Umbria ed ai risultati di prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni prelevati nella stessa campagna di indagine.

Il valore Nspt così trovato può essere utilizzato per la valutazione dei parametri di compressibilità e di resistenza al taglio per i vari intervalli omogenei secondo le seguenti relazioni esistenti in letteratura geotecnica:

Angolo di attrito interno: $\phi' = (15 \cdot N_{spt})^{1/2} + 15$ (Road Bridge specification)

Modulo edometrico: $E_{ed} = N_{spt} \cdot 8$ (Buisman e Senclerat)

Modulo elastico: $E_y = S1 \cdot N_{spt} + S2$ (Denver 1982)

($S1 = 3,16$; $S2 = 15,8$ per limi -- $S1 = 7,56$; $S2 = 187,5 \text{ kg/cm}^2$ per ghiaie e sabbie)

L'unità conglomeratico-sabbiosa di sommità è costituita essenzialmente dall'alternanza di due livelli litologici per ognuno dei quali vengono forniti i valori minimi dei parametri geotecnici che possono essere assunti ragionevolmente come **valori caratteristici**:

Strati costituiti da ghiaie addensate e conglomerati cementati		
Descrizione	Valore medio Nspt	Parametri geotecnici
Ghiaia a ciottoli poligenici arenitici e calarenitici arrotondati in matrice sabbioso limosa marrone	Nspt = 45	$\phi_k' = 40^\circ$ $c_k' = 0,00$ $\gamma_k = 1,95 \text{ gr/cm}^3$ $E_{ed_k} = 360 \text{ kg/cm}^2$ $K_{w_k} = 10-12 \text{ kg/cm}^3$

Strati costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi color ocre con clasti sparsi		
Descrizione	Valore medio Nspt	Parametri geotecnici
Sabbia limosa giallo-ocra con clasti arenitici arrotondati e siltitici appiattiti	Nspt = 25	$\phi_k' = 34^\circ$ $c' = 0,00$ $\gamma_k = 2,1 \text{ gr/cm}^3$ $E_{ed_k} = 200 \text{ kg/cm}^2$ $K_{w_k} = 6-8 \text{ kg/cm}^3$

3.1 Indagine sulle fondazioni esistenti

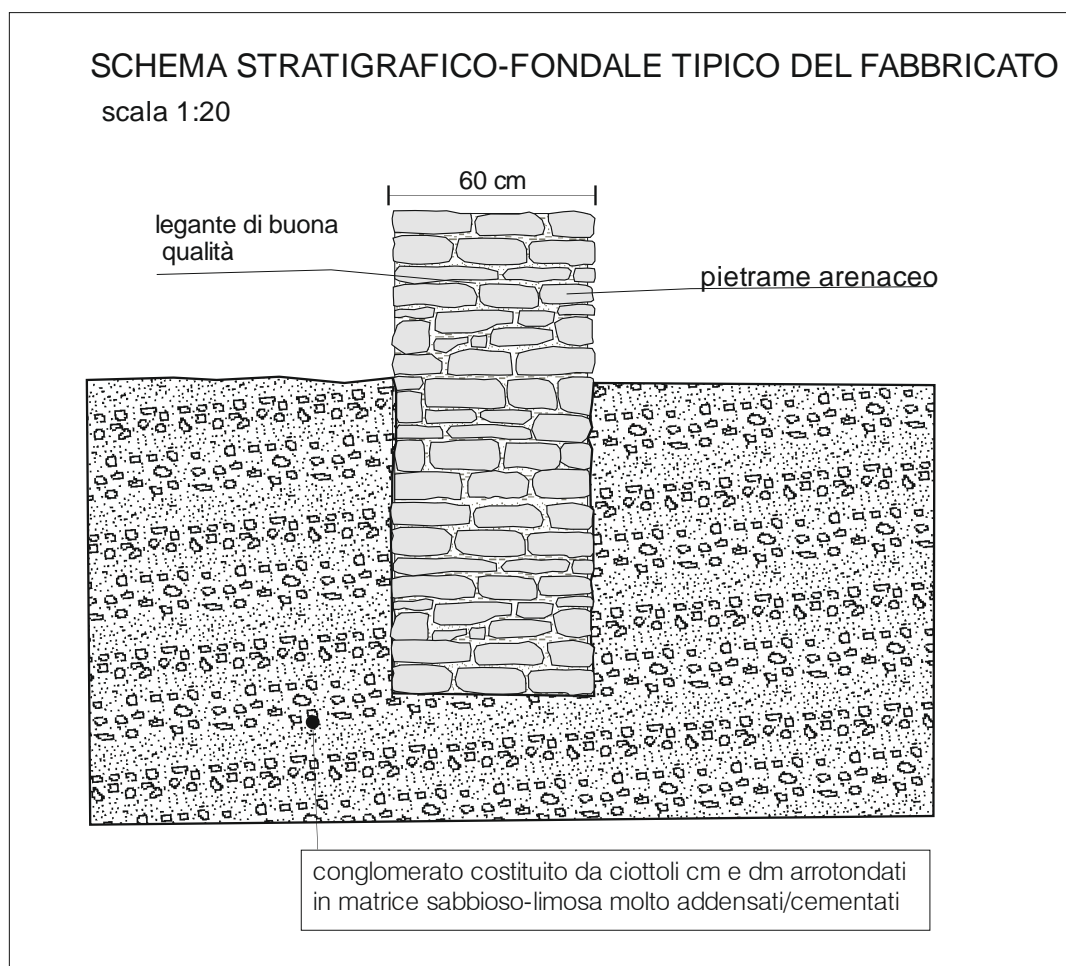
Al fine di verificare la natura e le caratteristiche meccaniche dei terreni di appoggio, la profondità di appoggio delle fondazioni e la natura e qualità dei materiali impiegati, sono stati effettuati due carotaggi in fondazione con carotatrice elettrica diam. 50 mm. Un carotaggio è stato eseguito sul

lato interno verso piazza Fortebraccio ed un secondo all'esterno delle mura in corrispondenza della spalla sinistra dell'arco di accesso alla piazza. Rispettivamente sono state raggiunte all'incirca le profondità di 2,5 m e 3,3 m.

Come presumibile in accordo con i risultati delle indagini geognostiche consultate, le fondazioni risultano poggiare direttamente sui conglomerati poligenici cementati a consistenza lapidea.

I dati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di fondazione:	Continua, data dalle murature portanti senza allargamento alla base
Dimensione fondazione	Larghezza B variabile tra 50 e 75 cm Incastro D medio di 100 cm
Materiale impiegato	Pietrame arenaceo e legante di buona qualità
Terreno di appoggio	Conglomerati con ciottoli centimetrici e decimetrici molto addensati/cementati



4.0 SCELTA DELL'APPROCCIO PROGETTUALE, DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO ED IPOTESI DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

La stima della capacità portante del terreno è una verifica allo Stato Limite Ultimo (in particolare allo SLV) e viene effettuata secondo l'approccio DA2 unica combinazione mediante l'utilizzo dei coefficienti M1-R3 riportati nelle tabelle 6.2.II (M1) e 6.4.I (R3) contenute nel D.M. 17-01-08. Per il calcolo della capacità portante del terreno non viene considerata la presenza di azioni di cui è a

conoscenza il progettista strutturale. Nel calcolo vengono utilizzati i valori di progetto dei parametri geotecnici x_{di} che si ottengono suddividendo i valori caratteristici x_{ki} per i coefficienti parziali γ_M secondo la seguente formula: $x_{di} = x_{ki} / \gamma_M$.

Il valore della capacità portante di progetto si ottiene suddividendo il valore della capacità portante così ottenuto per il coefficiente parziale γ_R ; che nel caso della verifica allo SLU per fondazioni superficiali con approccio DA2 assume il seguente valore: $\gamma_R = 2,3$ (Tab.6.4.I del D.M. 14.01.2008).

Ipotesi di calcolo della capacità portante q

Per il calcolo della capacità portante viene utilizzata la nota relazione di Terzaghi valida per fondazioni nastriformi e carichi centrati: $q = cN_c + \gamma DN_q + 0,5\gamma BN_\gamma$

in cui:

- q = capacità portante del terreno;
- N_c, N_γ, N_q = fattori di capacità portante
- D = profondità incastro fondazione;
- B = larghezza fondazione;
- γ = peso di volume

Approccio 2 : (M1+R3)				
Conglomerato poligenico a ciottoli cm e dm	Valore caratteristico x_{ki}	Coefficiente parziale γ_M	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Valore di progetto x_{di}
Angolo di attrito interno	$\phi_k = 40^\circ$	$\gamma_\phi = 1,0$	$\tan \phi'k$	$\phi_d = 40^\circ$
Coesione drenata	$c_k = \text{-----kg/cm}^2$	$\gamma_c = 1,0$	c_k	$c_d = \text{----- Kg/cm}^2$
Coesione non drenata	$cu_k = \text{---- Kg/cm}^2$	$\gamma_{cu} = 1,0$	cu_k	$cu_d = \text{--- Kg/cm}^2$
Peso di volume	$\gamma_k = 1,95 \text{ T/m}^3$	$\gamma_\gamma = 1,0$	γ_k	$\gamma_d = 1,95 \text{ T/m}^3$

Per $\phi_k = 40^\circ \rightarrow N_c = 75,31; N_q = 64,20; N_\gamma = 109,41$ (Vesic).

Viene di seguito fornito un calcolo della capacità portante per l'insieme terreno/fondazioni considerando varie larghezze B della fondazione e un incastro D pari a 1,0 m:

B (m)	D (m)	q (kg/cm ²)	qd = q/ γ_r (kg/cm ²)
0,5	1,0	17,8	7,73
0,65	1,0	19,45	8,45
0,75	1,0	20,5	8,91

Cedimenti

I terreni di appoggio sono sottoposti da decenni ai carichi della struttura in elevazione ed hanno pertanto esaurito il loro processo di consolidazione. Non si avranno quindi ulteriori assestamenti visto che i lavori non prevedono aumenti dei carichi significativi in fondazione.

5.0 ANALISI SISMICA LOCALE

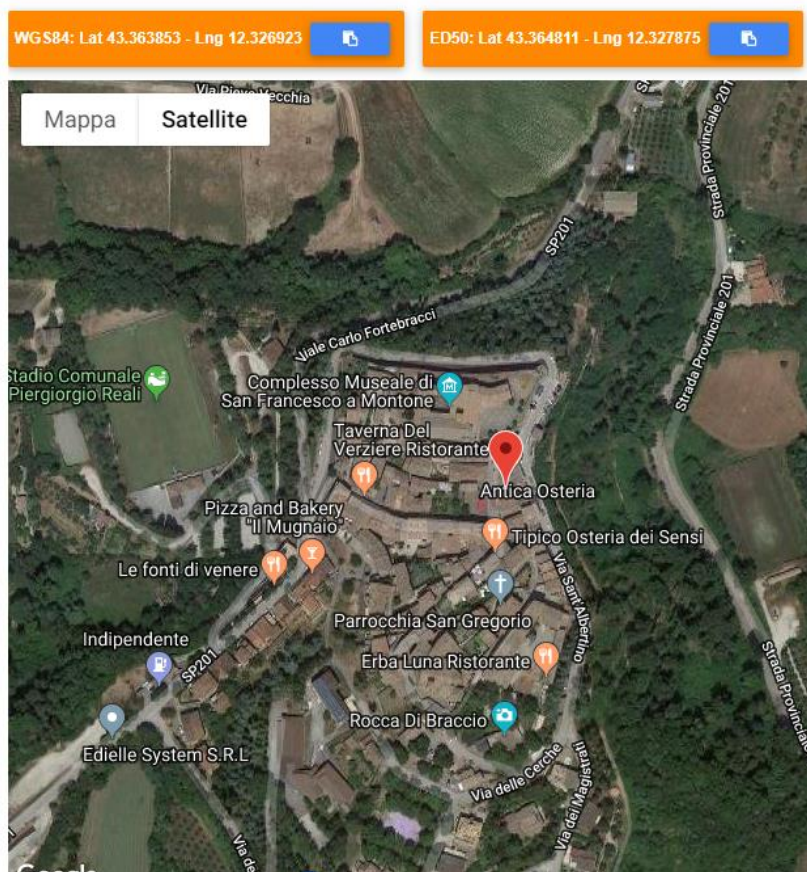
Ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto occorre valutare la risposta sismica locale che dipende dalla "pericolosità sismica di base" e dalle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito di interesse.

5.1 Pericolosità sismica di base

Il territorio del comune di Montone è classificato in zona sismica 2 a pericolosità sismica media, in base alla DGR n.852/2003 della Regione Umbria.

Per la zona di indagine, 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 (con tempo di ritorno =475 anni) su suolo rigido (classe A) con superficie orizzontale è: $0,225 < a_g < 0,250$.

Nel dettaglio viene di seguito definita la “pericolosità sismica di base” per il sito di interesse (lat.: 43,364811- long:12,327875 (Ed50) che costituisce l’elemento primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto.



La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento V_r .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_r , 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.

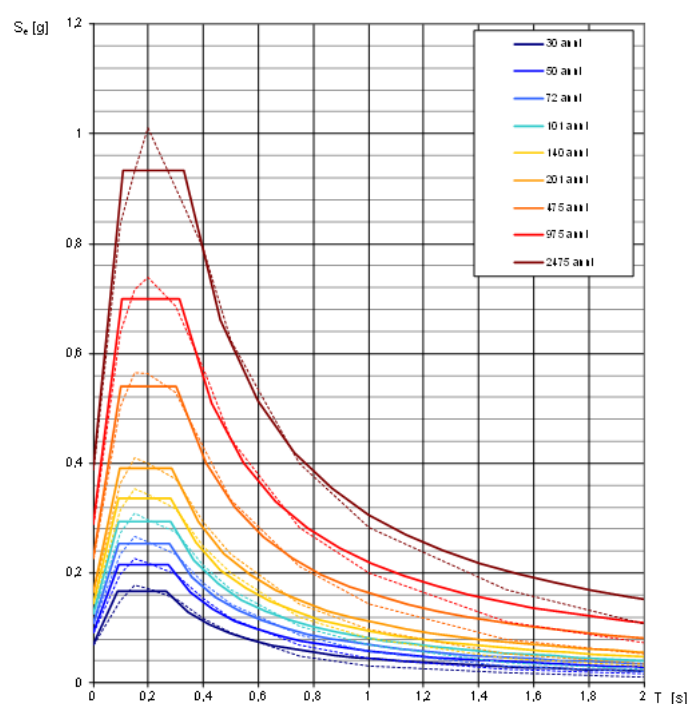
Per la determinazione dei parametri a_g , F_0 , T^*_C di riferimento è stato utilizzato il programma “Spettri NTC ver. 1.0.3” messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I valori ottenuti vengono riportati nelle seguenti stampe:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,089	2,408	0,288
50	0,092	2,331	0,271
72	0,109	2,321	0,275
101	0,126	2,330	0,279
140	0,144	2,343	0,282
201	0,166	2,380	0,287
475	0,227	2,385	0,303
975	0,290	2,415	0,314
2475	0,388	2,402	0,329

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



5.2 Indagine sismica - Categoria di sottosuolo e frequenza di sito

Per la determinazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita una prospezione sismica con metodologia MASW i cui risultati vengono riportati in allegato.

La prova 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} .

Sono state eseguite n° 4 energizzazioni (shot) ed il parametro V_{s30} ottenuto è sempre compreso tra 360 e 411 m/s individuando una **categoria di sottosuolo B** (vedi report sismico allegato).

Veq IPOTESI DI ASSEGNAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO <small>secondo Approccio Semplificato di cui al D.L. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni"</small>						
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	383,9	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	389,4	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	394,5	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	398,9	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	388,8	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	394,4	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	400,1	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	405,9	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	376,7	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	386,2	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	393,7	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	399,5	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	386,8	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	396,9	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	405,1	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	411,9	N.R.	N.R.	---	B

Frequenza di sito f_0

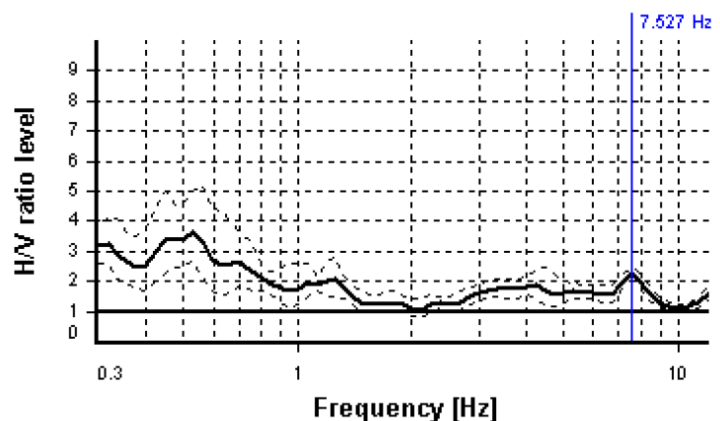
Per la determinazione della frequenza di sito è stata eseguita una indagine HVSR con velocimetro dalla quale risulta un valore: $f_0 = 7.527$ Hz. A tale valore di sito è associata un'ampiezza estremamente modesta pertanto è plausibile l'ipotesi che contrasti di impedenza tra le varie unità siano minimi.

Selected f_0 frequency

7.527 Hz

A_0 amplitude = 2.273

Average $f_0 = 7.529 \pm 0.194$



5.3 Categoria topografica

La zona di interesse è situata sulla sommità del colle ed è prospiciente da un lato sul versante orientale avente pendenza $i > 15^\circ$. In base alla tabella 3.2.IV del D.M. 17-01-18 la zona corrisponde alla categoria topografica **T2** ne consegue un valore del coefficiente di amplificazione topografica $S_t = 1,2$.

6.0 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_1	--	1,0
T_2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T_3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T_4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Il valore di ag_{max} per un tempo di ritorno di 475 anni è quindi:

$$ag_{max} = 0,227 * 1,19 * 1,2 = 0,324$$

7.0 SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

I terreni affioranti sono caratterizzati da scarsa suscettibilità alla liquefazione in virtù del loro elevato stato di compattezza ed in particolare per l'assenza della falda entro i 15 m dal p.c.. Si esclude pertanto la possibilità di fenomeni di liquefazione o di perdita di resistenza in caso di sollecitazione sismica.

CONCLUSIONI

I terreni di appoggio del fabbricato sono costituiti da conglomerati a ciottoli arrotondati fortemente addensati/cementati a consistenza lapidea. Non sussistono pertanto problemi di capacità portante né di cedimenti. La zona è posta all'interno del centro storico di Montone che è caratterizzata da condizioni di stabilità geomorfologica; a valle del centro storico la zona della Macchia del Negrone è stata completamente stabilizzata con imponenti opere di consolidamento.

Non sussistono pertanto controindicazioni dal punto di vista geologico-geomorfologico e geotecnico alla realizzazione delle opere in progetto.

Montone 20-12-2019

Dott. Geol. Francesco Duranti



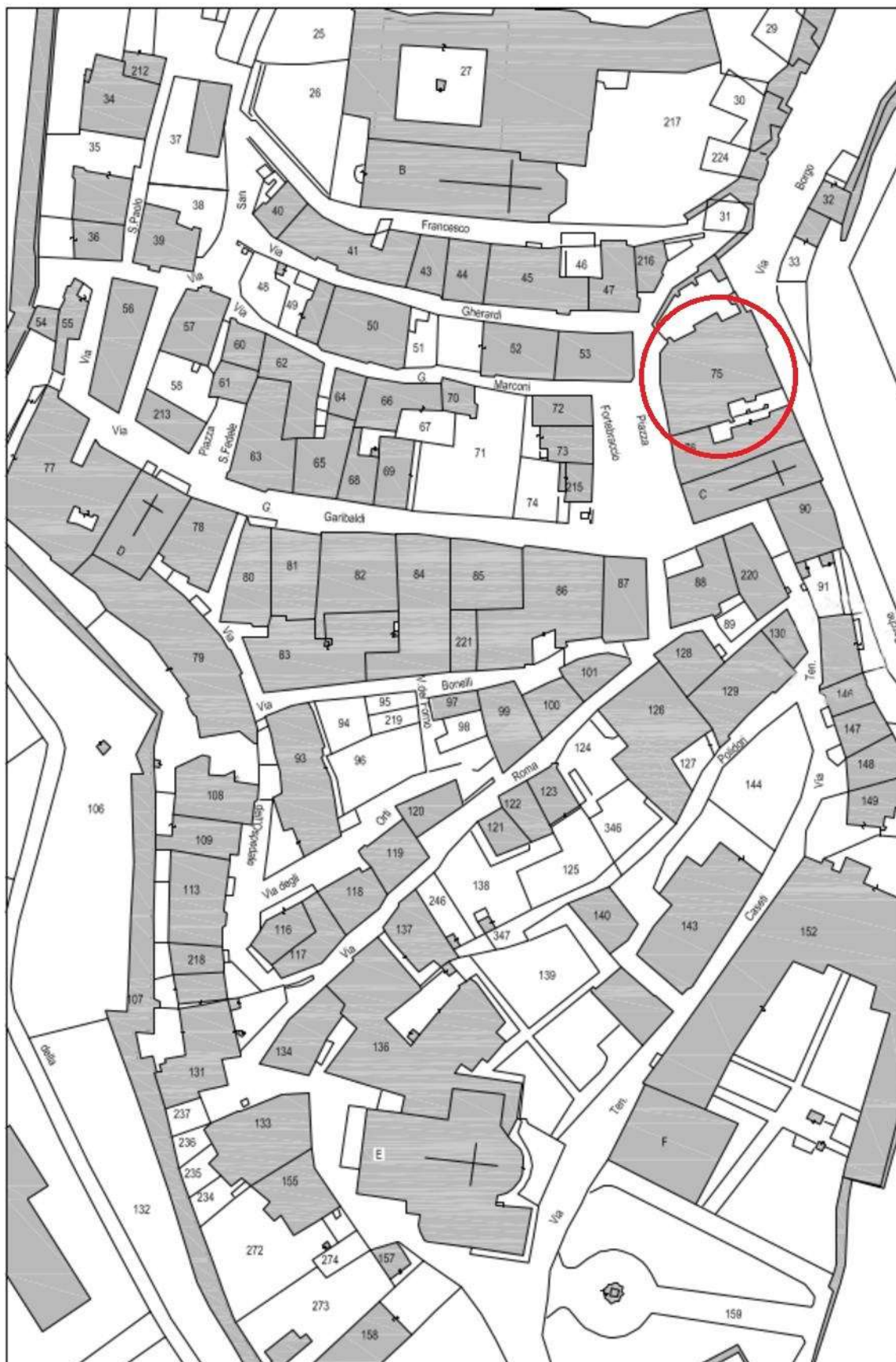


Cartografia IGM foglio 290 sez. III



Ortofoto con ubicazione indagini

- **5e - 32e** Sondaggi (campagna geognostica consolidamento colle anno 1984)
- ↔ Profilo sismico MASW
- ▲ Indagine HVSr

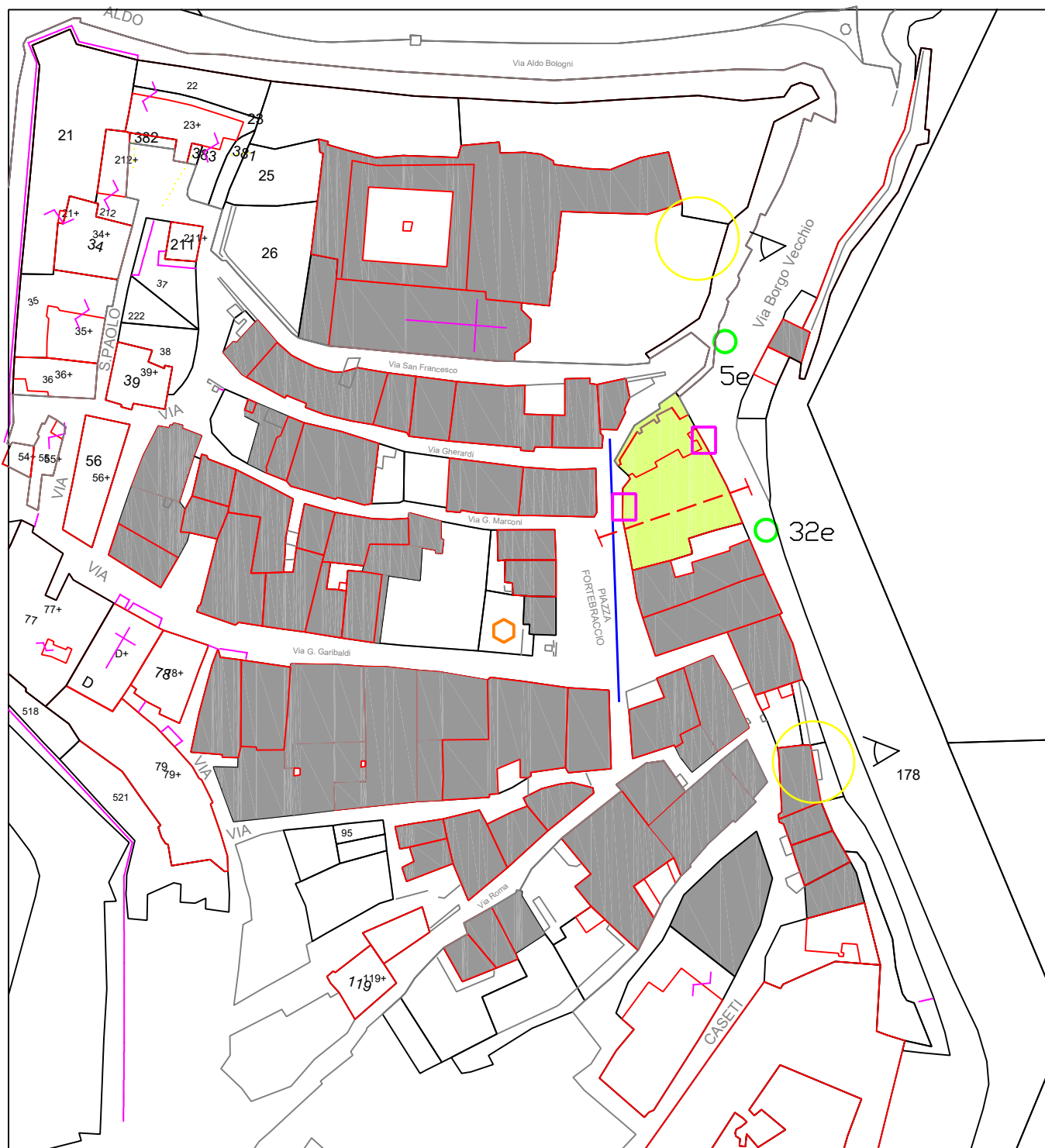
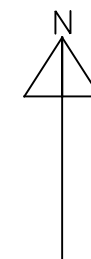


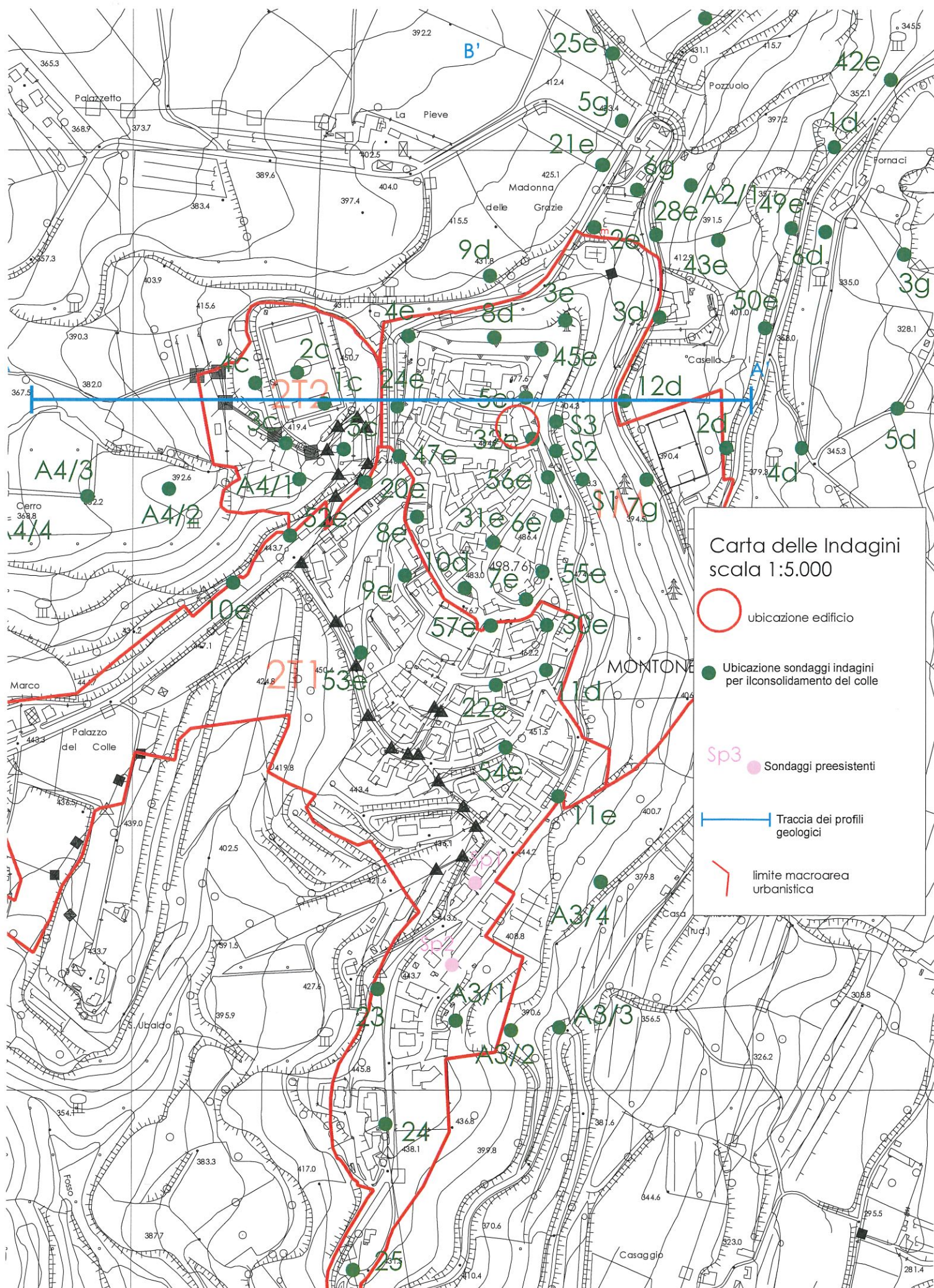
Stralcio catastale -Scala 1:1000-
Comune di Montone foglio 38 particella 75

Scala 1:1000






Legenda

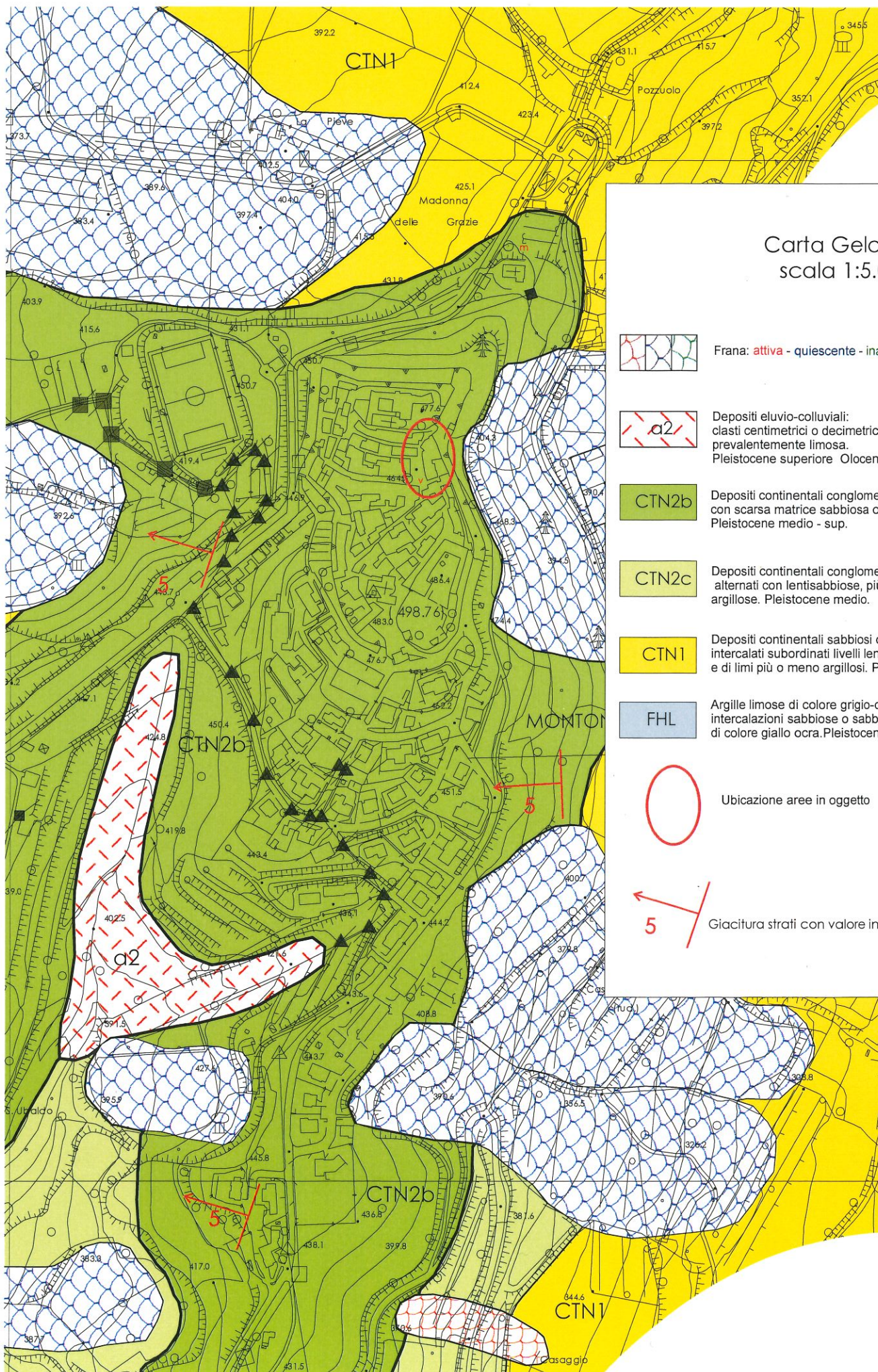
-  SONDAGGI PREESISTENTI DI RIFERIMENTO
-  MASW
-  HVSR
-  TRACCIA DI SEZIONE A-A
-  CAROTAGGI IN FONDAZIONE
-  FOTO AFFIORAMENTI CONGLOMERATI



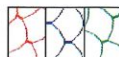


Carta delle Indagini
scala 1:5.000

-  ubicazione edificio
-  Ubicazione sondaggi indagini per il consolidamento del colle
-  sp3 Sondaggi preesistenti
-  Traccia dei profili geologici
-  limite macroarea urbanistica



Carta Geologica scala 1:5.000



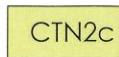
Frana: **attiva** - quiescente - inattiva e/o bonificata



Depositi eluvio-colluviali:
clasti centimetrici o decimetrici con matrice
prevalentemente limosa.
Pleistocene superiore Olocene (?)



Depositi continentali conglomeratici
con scarsa matrice sabbiosa o limo-sabbiosa.
Pleistocene medio - sup.



Depositi continentali conglomeratici
alternati con lenticelle sabbiose, più raramente
argillose. Pleistocene medio.



Depositi continentali sabbiosi di colore giallastro,
intercalati subordinati livelli lentiformi di ghiaie
e di limi più o meno argillosi. Pleistocene medio.



Argille limose di colore grigio-celeste e giallo;
intercalazioni sabbiose o sabbioso limose
di colore giallo ocra. Pleistocene inferiore

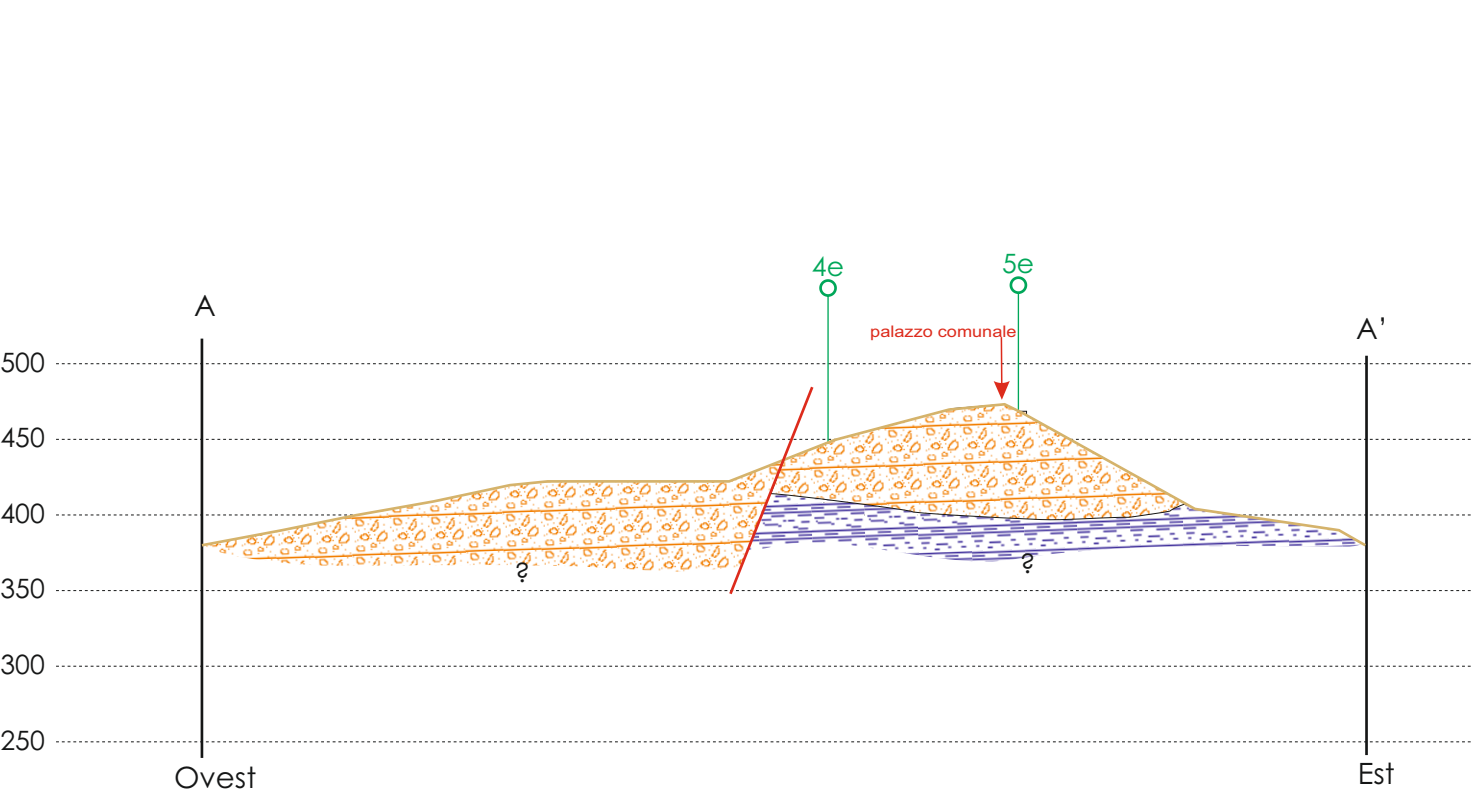


Ubicazione aree in oggetto



Giacitura strati con valore inclinazione

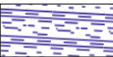
Profilo geologico scala 1:5.000



Legenda



Depositi continentali conglomeratici e sabbiosi

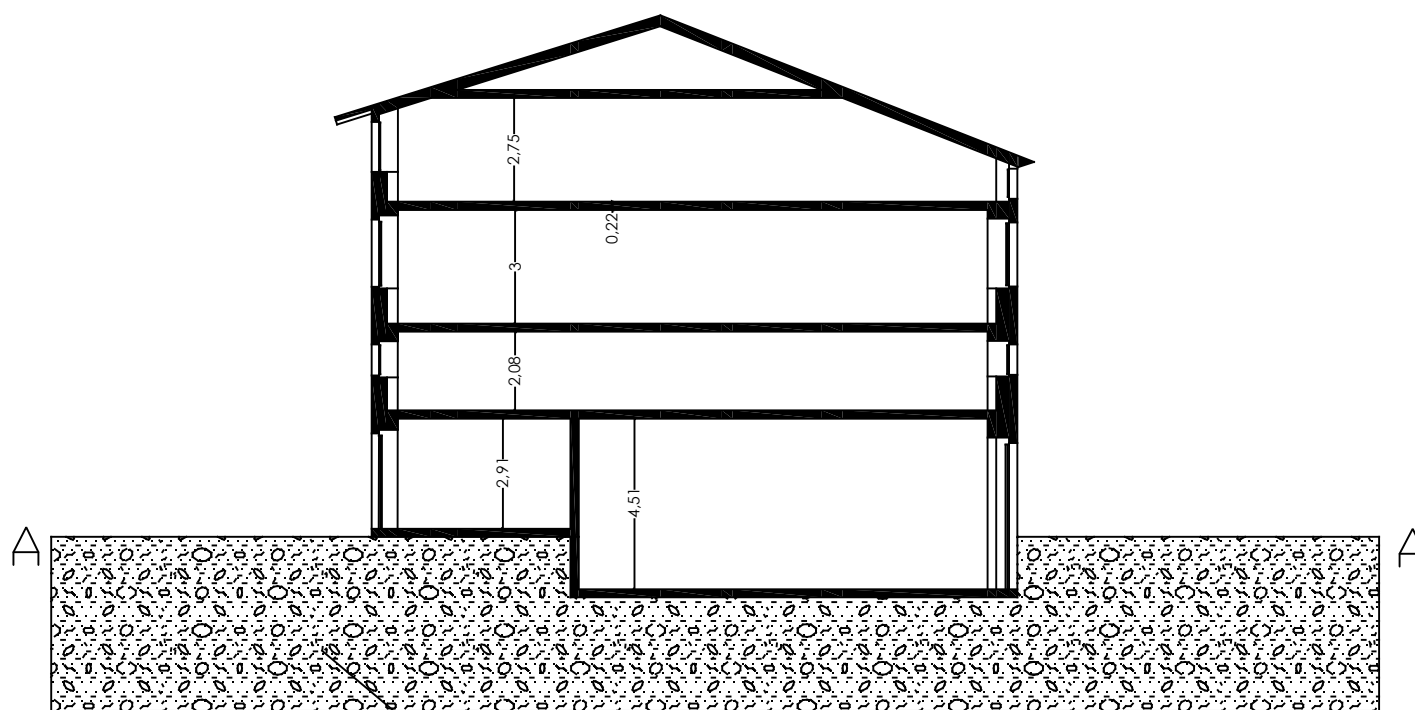


Depositi continentali limosi ed argillosi di colore grigio

 Faglia diretta

Sezione geologica stratigrafica

Scala 1:200

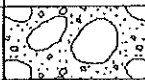
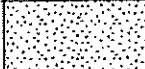



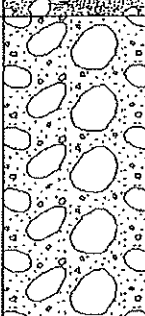
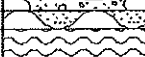



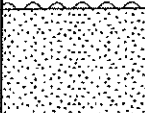
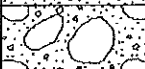

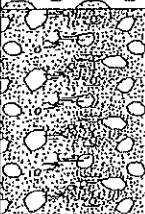


CONGLOMERATO POLIGENICO A CIOTTOLI ARROTONDATI
ADDENSATI/CEMENTATI CON INTERCALAZIONI SABBIOSE
CEMENTATE

CAMPAGNA GEOGNOSTICA PER IL CONSOLIDAMENTO DEL COLLE DI MONTONE
(anno 1984)

Stratigrafie sondaggi n. 5e e n. 32e

Cantiere: MONTONE	N. sondaggio: n5e
Committente: COMUNE DI MONTONE	Scala sondaggio 1:200
Perforatore:	Geologo:
Coord.:	Quota (p.c.): 465
Metodo perf.: CAROTAGGIO CONTINUO	Data ultimazione: 1984

scala	quota (m)	profondità (m)	stratigrafia	descrizione
1	465.0			Ghiaia ad elementi poligenici (cm) in matrice sabbiosa fine giallastra.
2	463.0	2.0		Sabbia fine giallo scuro parzialmente cementata.
3				
4				
5	460.0	5.0		Ghiaia ad elementi arenacei (cm) in matrice sabbiosa giallastra.
6	459.0	6.0		Limo argilloso giallastro con venature grigie, consistente.
7				
8				
9				
10	455.0	10.0		Sabbia limosa giallastra con livelli cementati e ghiaietto sparso.
11	453.0	12.0		Ghiaia ad elementi poligenici (cm-dm) in matrice limosa giallastra.
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21	444.5	20.5		Limo sabbioso giallo rossastro con venature grigie, consistente.
22	444.0	21.0		Limo argilloso, laminato, grigio e giallastro.
23	442.0	23.0		Ghiaia ad elementi arenacei in matrice sabbiosa fine giallastra.
24	441.0	24.0		Limo argilloso con sottili intercalazioni sabbiose, consistente.
25				
26				
27				
28	437.5	27.5		Sabbia fine, laminata, giallastra e rossastra.
29				
30				
31	434.5	30.5		Ghiaia ad elementi poligenici (cm) in matrice sabbiosa grigia con venature marroni.
32	432.5	32.5		Limo sabbioso grigio con venature giallastre poco consistente.
33				
34				
35				
36	429.5	35.5		Sabbia media giallastra con intercalazioni di ghiaia ad elementi arenacei.
37				
38				
39				
40				
41				

42			
43			
44			
45	420.5	44.5	Ghiaia ad elementi arenacei (cm) in matrice sabbiosa giallastra.
46			
47			
48			
49	416.0	49.0	Limo sabbioso grigio, consistente, con intercalazioni sabbiose, piccoli fossili e concrezioni calcaree.
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56	409.0	56.0	Limo argilloso marrone mediamente consistente.
57			
58	407.0	58.0	Ghiaia ad elementi poligenici (cm-dm) in matrice sabbiosa gialla e grigiastra.
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71	394.5	70.5	Limo sabbioso e argilloso grigio consistente.
72			
73			
74			
75	390.0	75.0	Sabbia limosa grigiastra con residui carboniosi diffusi.
76			
77			
78			
79			
80			
81	384.0	81.0	Ghiaietto ad elementi poligenici in matrice sabbiosa fine grigia.
82			
83	382.0	83.0	Limo sabbioso grigio, consistente, con sottili intercalazioni di lignite.
84			
85			
86			
87			
88			
89	376.5	88.5	Limo argilloso grigio verdastro con concrezioni, scarsamente consistente.
90	375.5	89.5	Limo sabbioso grigio compatto con venature verdi e giallastre.
91			
92			
93			
94	371.5	93.5	Ghiaietto ad elementi arenacei in matrice sabbiosa grigia.
95	371.0	94.0	Limo sabbioso grigio consistente con concrezioni ed elementi carboniosi diffusi.
96			
97			
98			
99			
100	365.0	100.0	

DA DEL POZZO ERFORAZIONE

N. 32 E

QUOTA : 465
FOGLIO N. :
COMUNE : MONTONE
LOCALITA' :
COORD. TOPOG. :

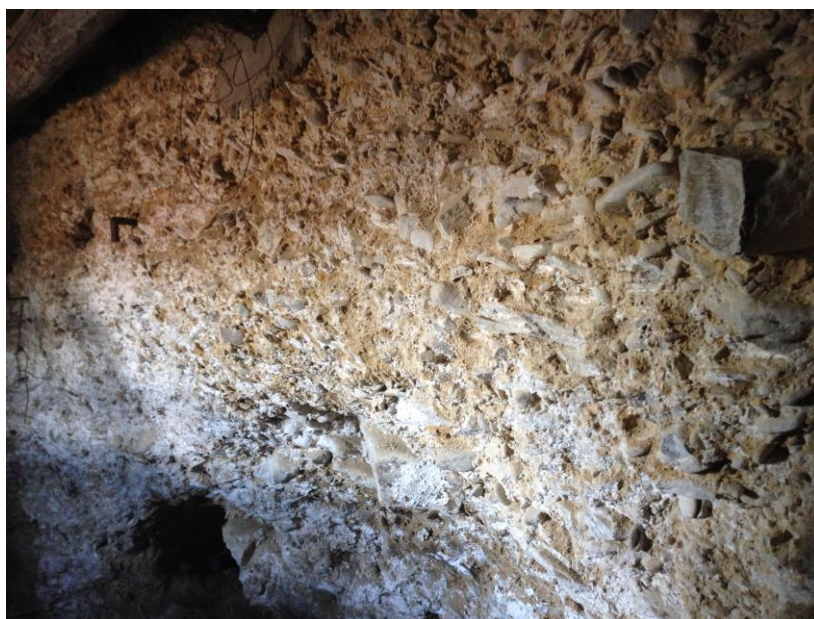
NO : 1984
DIAMETRO : 120
UTILIZZAZIONE : STUDIO DISSESTO
PORTATA (l/s) : 0

PROPRIETARIO : REGIONE UMBRIA
DITTA ESECUT. : GEOGNOSTICA UMBRA
PROFONDITA' (m) : 58
LIVELLO ST. (m) : 0.0

DATA: 1984

DESCRIZIONE	LITOLOGIA	PROF.	SPES.	ACQ.	NOTE
GHIAIA E SABBIA GIALLASTRA	0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000	19.5	18.5		ELEM. ARENACEI, MATR. SABB.
LIMO SABBIOSO MARRONE	== == == == == == == == == == == == == == == ==	21.5	3.0		19.5 POCO CONSISTENTE 20.5 POCO CONSIST., LAMIN. ARANC. 21.5 POCO CONSIST., RES. CARB., LIV. GHIAIETTO
LIMO ARGILLOSO GIALLO-GRIGIO	=====	22.5	1.0		POCO CONSIST., DIFFUSE CONCREZ.
LIMO SABBIOSO GIALLASTRO	== == == == == == == == == == == == == == == ==	26.5	4.0		CONSIST., NACULE GRIGIE
GHIAIA E SABBIA GIALLO ROSS.	0000000000000000 0000000000000000	29.5	3.0		ELEM. ARENACEI, MATR. SABBIOSA
LIMO SABBIOSO GIALLASTRO	== == == == == == == == == == == == == == == ==	34.0	4.5		CONSIST., SOTT. INTERC. ARGILLOSE GRIGIE
GHIAIA E SABBIA GIALLASTRA	0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000	37.0	3.0		ELEM. POLIG., MATR. SABB.
LIMO SABBIOSO GRIGIO-GIAL.	== == == == == == == == == == == == == == == == == == == ==	44.0	7.0		39.5 CONSIST., LAMIN. ARANC., GHIAIETTO SPARSO 41.5 CONS., PICC. FOSS., RES. CARB., MAC. GIALLO-VERO. 44.0 GHIAIETTO MINUTO
GHIAIA E SABBIA GIALLASTRA	0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000	47.5	3.5		ELEM. ARENACEI, MATR. SABB.
LIMO ARGILLOSO GRIGIO	=====	48.5	1.0		CONSIST., CONCREZ., LIV. LIGNIT.
LIMO SABBIOSO GRIGIO	== == == == == == == == == == == == == == == ==	54.5	6.0		CONSIST., INTERC. ARGILL.-SABB.
GHIAIA E SABBIA GRIGIA	0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000	57.5	3.0		ELEM. POLIG., MATR. SABB.
LIMO SABBIOSO GRIGIO	== == == ==	58.0	0.5		CONSIST., RES. CARB. SPARSI

Locali al piano terra ricavati all'interno del conglomerato autoportante



ALLEGATO

INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE

RIFERIMENTI INDAGINE	
COMMITTENTE	Geol. Francesco Duranti
TIPO D'INDAGINE ESEGUITA	MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) <i>Analisi onde di Rayleigh componente verticale</i>
LOCALITA'	Montone (PG)
TOPONIMO / VIA	Piazza Fortebraccio
DATA	9 dicembre 2019



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

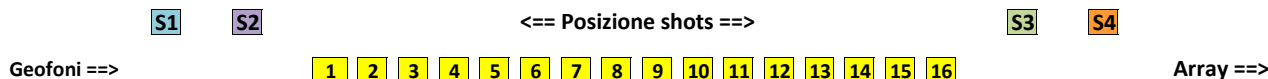


G - I

SPECIFICHE ARRAY ed IMPOSTAZIONI ACQUISIZIONE

①

SCHEMA DI RIFERIMENTO DELL'ARRAY



②

GENERALITA'

COMMITTENTE	Geol. Francesco Duranti	ONDA ANALIZZATA	Onde di Rayleigh componente verticale
SIGLA. RIF. INDAGINE	MW1	COORDINATE ED50	LAT 43,36477 LONG 12,32776
COMUNE	Montone (PG)	LOCALITA' di RIFERIMENTO	Piazza Fortebraccio
DATA	09/12/19	ORA INIZIO PROVA	7:30
SPERIMENTATORE	Geol. Alessandro Ricciardi	STRUMENTAZIONE	Do.Re.Mi della SARA srl
		DURATA PROVA	1:00

③

GEOMETRIA ARRAY

NUM. DI CANALI (G)	16	DISTANZA INTERGEOFONICA (m)	2	LUNGHEZZA ARRAY (m)	30
DIREZIONE ARRAY	G 1 N	⇒ G 16 S	PENDENZA MEDIA ARRAY	Suborizzontale	
POSIZIONE PUNTI DI SHOT	↗ →	DIST. SHOT S1 da G 1 (m)	4	→	DIST. SHOT S2 da G 1 (m)
	↘ →	DIST. SHOT S3 da G 16 (m)	2	→	DIST. SHOT S4 da G 16 (m)
BATTUTE SU PUNTI DI SHOT	↗ →	n° BATTUTE IN S1	2	→	n° BATTUTE IN S2
	↘ →	n° BATTUTE IN S3	2	→	n° BATTUTE IN S4

④

COORDINATE GEOFONI

G1	X = 0,00 ; Y = 0,00	G2	X = -0,07 ; Y = 2,00	G3	X = -0,14 ; Y = 4,00
G4	X = -0,21 ; Y = 6,00	G5	X = -0,28 ; Y = 8,00	G6	X = -0,35 ; Y = 9,99
G7	X = -0,42 ; Y = 11,99	G8	X = -0,49 ; Y = 13,99	G9	X = -0,56 ; Y = 15,99
G10	X = -0,63 ; Y = 17,99	G11	X = -0,70 ; Y = 19,99	G12	X = -0,77 ; Y = 21,99
G13	X = -0,84 ; Y = 23,99	G14	X = -0,91 ; Y = 25,98	G15	X = -0,98 ; Y = 27,98
G16	X = -1,05 ; Y = 29,98	--	X = --- ; Y = ---	--	X = --- ; Y = ---
--	X = --- ; Y = ---	--	X = --- ; Y = ---	--	X = --- ; Y = ---
--	X = --- ; Y = ---	--	X = --- ; Y = ---	--	X = --- ; Y = ---

⑤

COORDINATE SHOT

SHOT S1	X = 0,14 ; Y = -4,00	SHOT S2	X = 0,07 ; Y = -2,00
SHOT S3	X = -1,12 ; Y = 31,98	SHOT S4	X = -1,19 ; Y = 33,98

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		

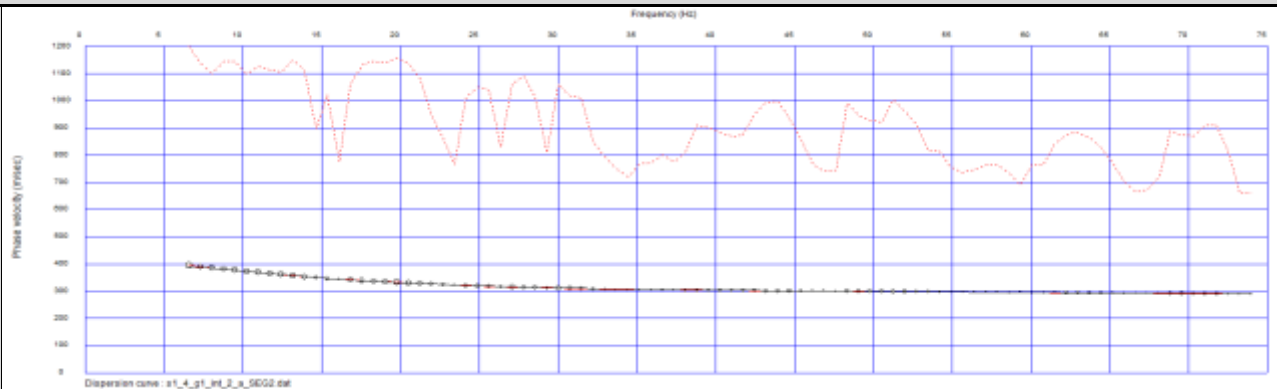
⑦

CONDIZIONI AMBIENTALI

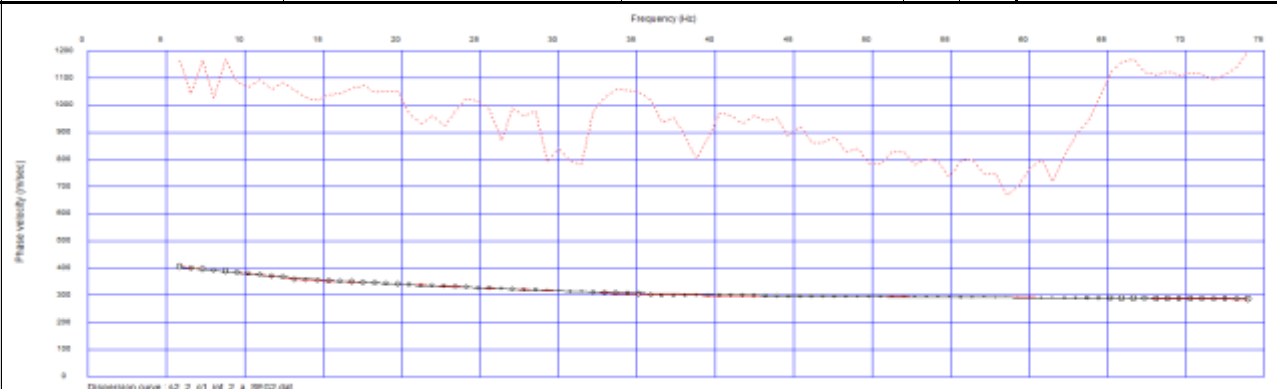
CONTESTO MORFOLOGICO	Rilievi collinari
LITOTIPI AFFIORANTI	Depositi fluvio-lacustri pleistocenici
CONDIZIONI METEO	Nuvoloso con vento moderato
GRADO DI SATURAZIONE TERRENO	Basso
TIPO DI COPERTURA LUNGO L'ARRAY	Pavimentazione stradale lastricata
ACCOP. GEOFONO/TERRENO	Utilizzo di supporto in PVC
NATURA DISTURBI VIBRAZIONALI	Cause naturali
GRADO INTENSITA' DEI DISTURBI	Basso
DISTANZA FONTE DI DISTURBO	Non definibile
DIREZIONE FONTE DI DISTURBO	Omnidirezionale

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

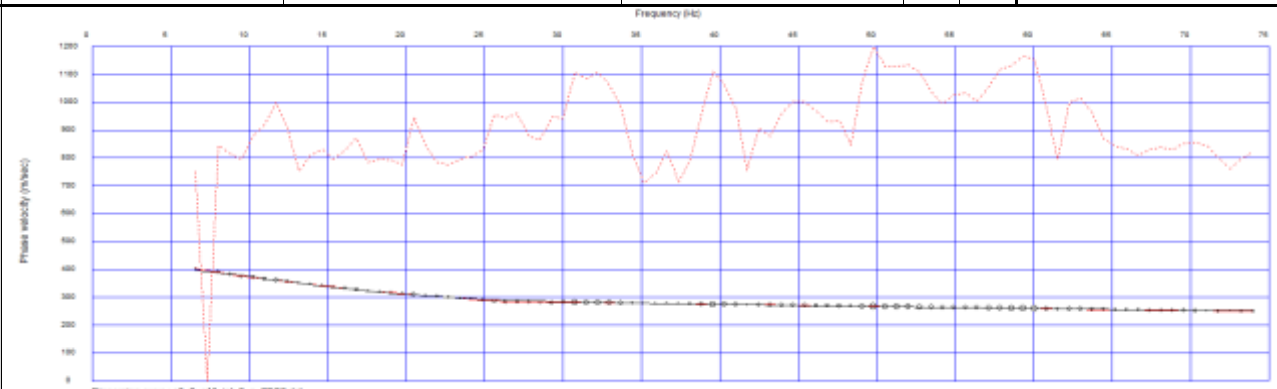
SHOT S1			QUALITA' SEGNALE	GEOFONI ABILITATI					
				1	2	3	4	5	6
				a	a	a	a	a	a
				7	8	9	10	11	12
SHOT S2			QUALITA' PICKING	RANGE DELLE FREQUENZE					
				100 - 75 Hz	75 - 50 Hz	50 - 40 Hz	40 - 20 Hz	30 - 20 Hz	20 - 10 Hz
				---	bassa	media	media	alta	media
				20 - 10 Hz	< 5Hz	media	---	---	---
SHOT S3			QUALITA' SEGNALE	GEOFONI ABILITATI					
				1	2	3	4	5	6
				a	a	a	a	a	a
				7	8	9	10	11	12
SHOT S4			QUALITA' PICKING	RANGE DELLE FREQUENZE					
				100 - 75 Hz	75 - 50 Hz	50 - 40 Hz	40 - 20 Hz	30 - 20 Hz	20 - 10 Hz
				---	bassa	media	media	alta	media
				20 - 10 Hz	< 5Hz	media	---	---	---

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

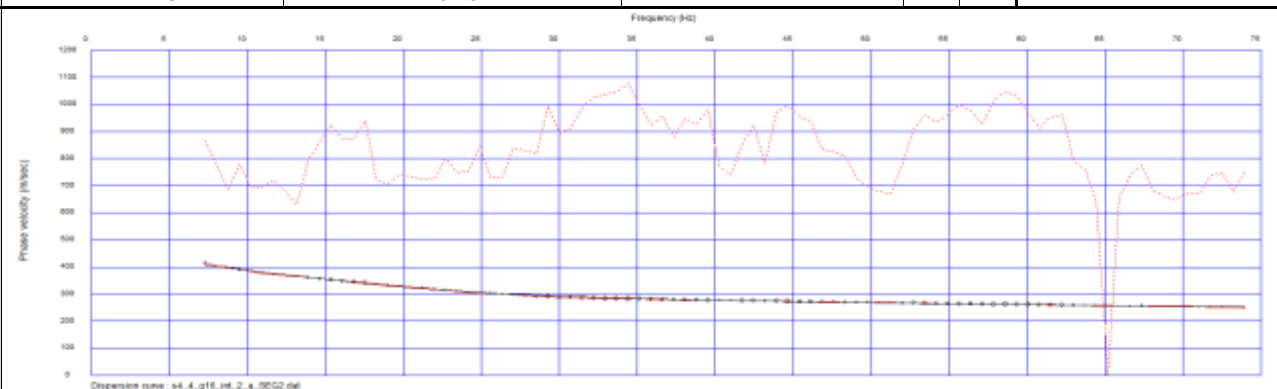
METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,26
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	1,11
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

SHOT S2

METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,43
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	1,89
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

SHOT S3

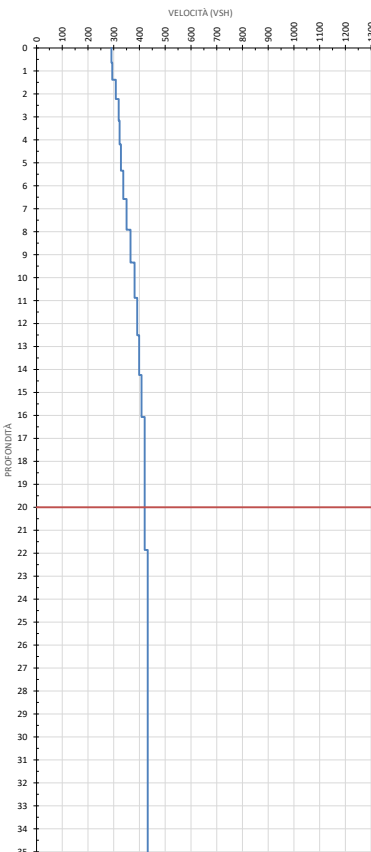
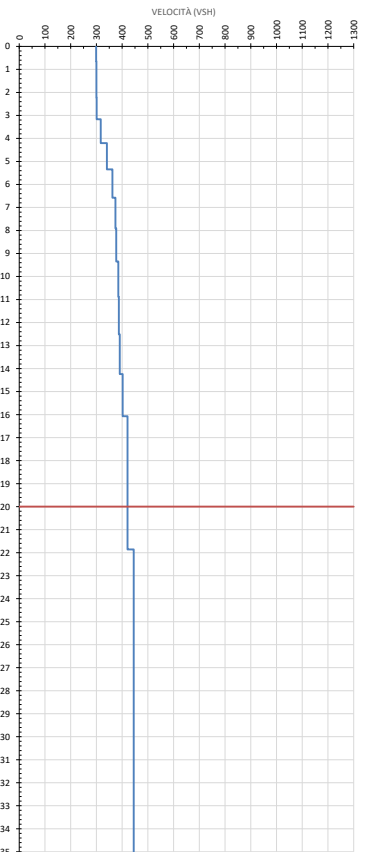
METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,48
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	2,02
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

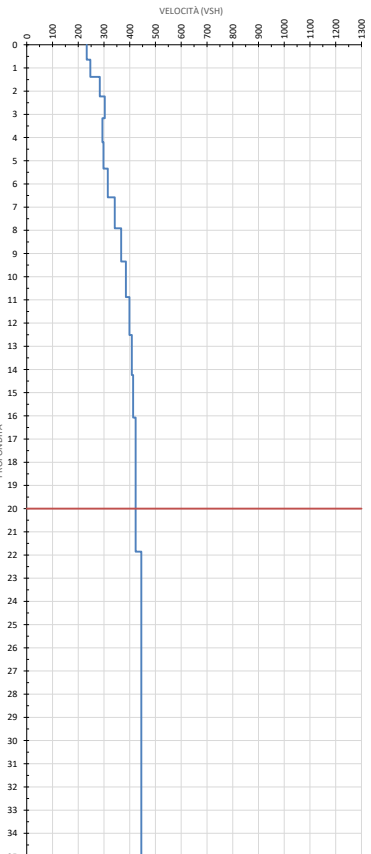
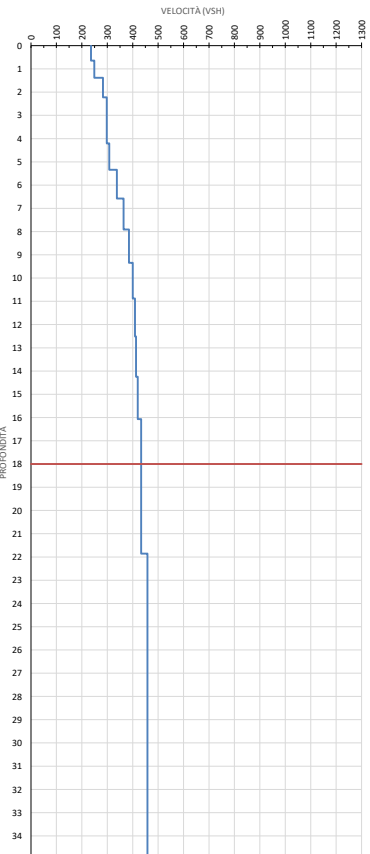
SHOT S4

METODO DI CALCOLO	NO LINEAR SQUARES METHOD (LS)	PARAMETRO BETA	1	ERRORE (%)	0,52
n° STRATI MODELLO INIZIALE	15	PARAMETRO ALPHA	0,15	ERRORE (m/s)	2,08
INTERAZIONI	10+10	---	---	---	---

MI

MODELLO INTERPRETATIVO

Vs-z Shot 1 ([m/s] - [m])		SISMOSTRATIGRAFIA SHOT S1		Vs-z Shot 2 ([m/s]-[m])		SISMOSTRATIGRAFIA SHOT S2	
	n°	Prof. (m)	VSh (m/s)		n°	Prof. (m)	VSh (m/s)
	1	0,6	291		1	0,6	299
	2	1,4	294		2	1,4	300
	3	2,2	308		3	2,2	300
	4	3,2	319		4	3,2	301
	5	4,2	323		5	4,2	317
	6	5,3	328		6	5,3	341
	7	6,6	337		7	6,6	362
	8	7,9	350		8	7,9	374
	9	9,3	365		9	9,3	377
	10	10,9	381		10	10,9	385
	11	12,5	391		11	12,5	387
	12	14,2	399		12	14,2	391
	13	16,1	408		13	16,1	402
	14	21,9	420		14	21,9	421
	15	35,0	432		15	35,0	445
PROFONDITA' RAGGIUNTA DALL'INDAGINE			PROFONDITA' RAGGIUNTA DALL'INDAGINE				
20			20				

Vs-z Shot 3 ([m/s] - [m])		SISMOSTRATIGRAFIA SHOT S3		Vs-z Shot 4 ([m/s]-[m])		SISMOSTRATIGRAFIA SHOT S4	
	n°	Prof. (m)	VSh (m/s)		n°	Prof. (m)	VSh (m/s)
	1	0,6	233,0		1	0,6	236
	2	1,4	247,0		2	1,4	249
	3	2,2	284,0		3	2,2	283
	4	3,2	303,0		4	3,2	298
	5	4,2	294,0		5	4,2	298
	6	5,3	298,0		6	5,3	308
	7	6,6	315,0		7	6,6	338
	8	7,9	342,0		8	7,9	364
	9	9,3	367,0		9	9,3	385
	10	10,9	385,0		10	10,9	400
	11	12,5	399,0		11	12,5	409
	12	14,2	408,0		12	14,2	413
	13	16,1	413,0		13	16,1	420
	14	21,9	423,0		14	21,9	433
	15	35,0	445,0		15	35,0	458
PROFONDITA' RAGGIUNTA DALL'INDAGINE			PROFONDITA' RAGGIUNTA DALL'INDAGINE				
20			18				

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

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

②**CAMPIONAMENTO**

MEMORIA	64 KBYTE (>30000 CAMPIONI)
FREQUENZE IN Hz/ PARI AD INTERVALLI IN ms	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**

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

④**CONVERTITORE A/D**

RISOLUZIONE	16 bit
DINAMICA	96 Db

⑤**PREAMPLIFICATORE**

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

⑥**SOFTWARE ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE**

ACQUISIZIONE	Software acquisizione Do.Re.Mi.
ELABORAZIONE	Seisimmager, 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	383,9	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	389,4	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	394,5	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	398,9	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	388,8	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	394,4	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	400,1	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	405,9	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	376,7	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	386,2	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	393,7	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	399,5	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	386,8	N.R.	N.R.	---	B
-1,00	30,0	396,9	N.R.	N.R.	---	B
-2,00	30,0	405,1	N.R.	N.R.	---	B
-3,00	30,0	411,9	N.R.	N.R.	---	B

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

A	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	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
C	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.
D	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.
E	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.

STATION INFORMATION

Station code: p1

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: HV1

Address: Piazza Fortebraccio

Latitude: 43.363704

Longitude: 12.326537

Coordinate system: WGS84

Elevation: 473 m s.l.m.

Weather: nuvoloso vento moderato

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

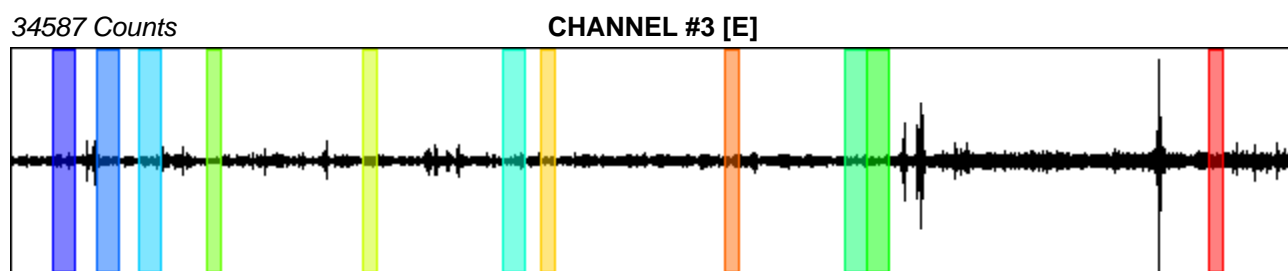
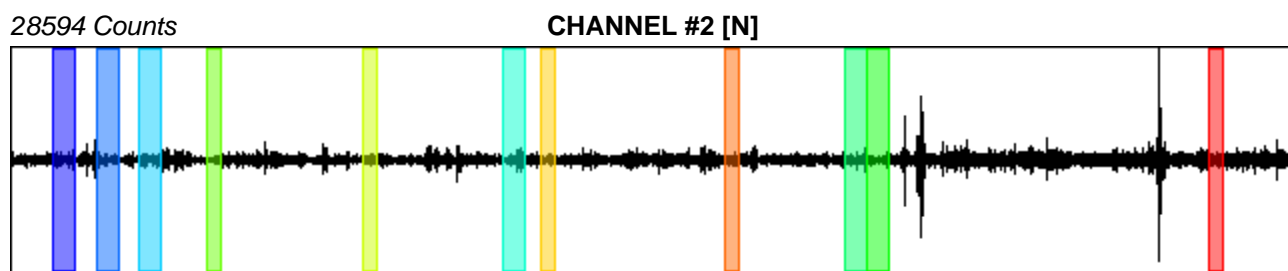
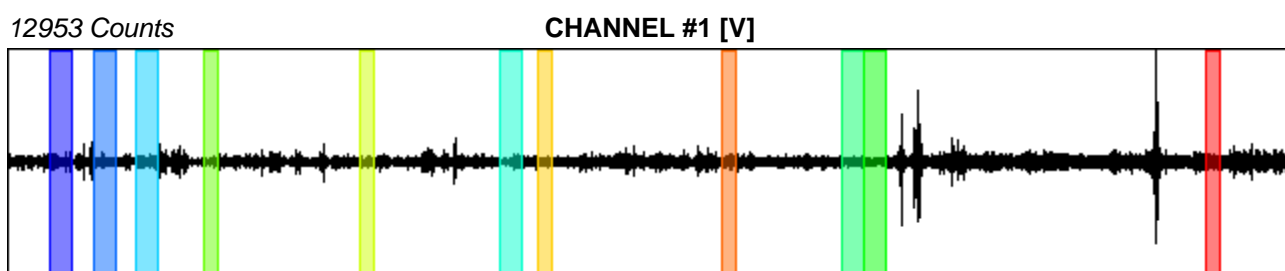
Recording start time: 2019/12/09 07:10:24

Recording length: 30 min

Windows count: 11

Average windows length: 25.45

Signal coverage: 15.56%



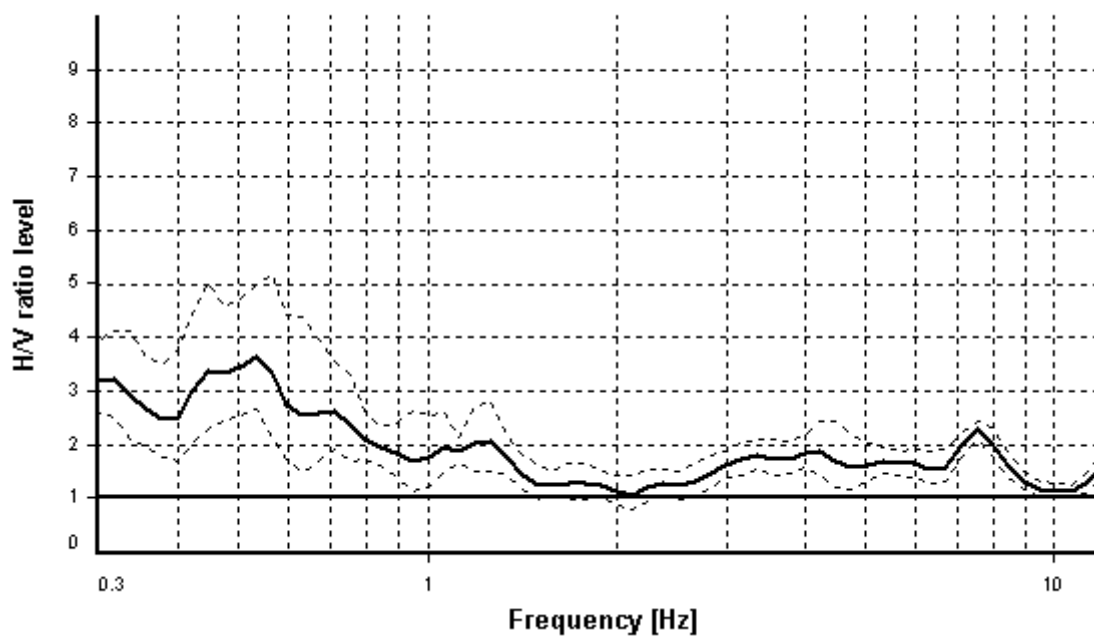
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

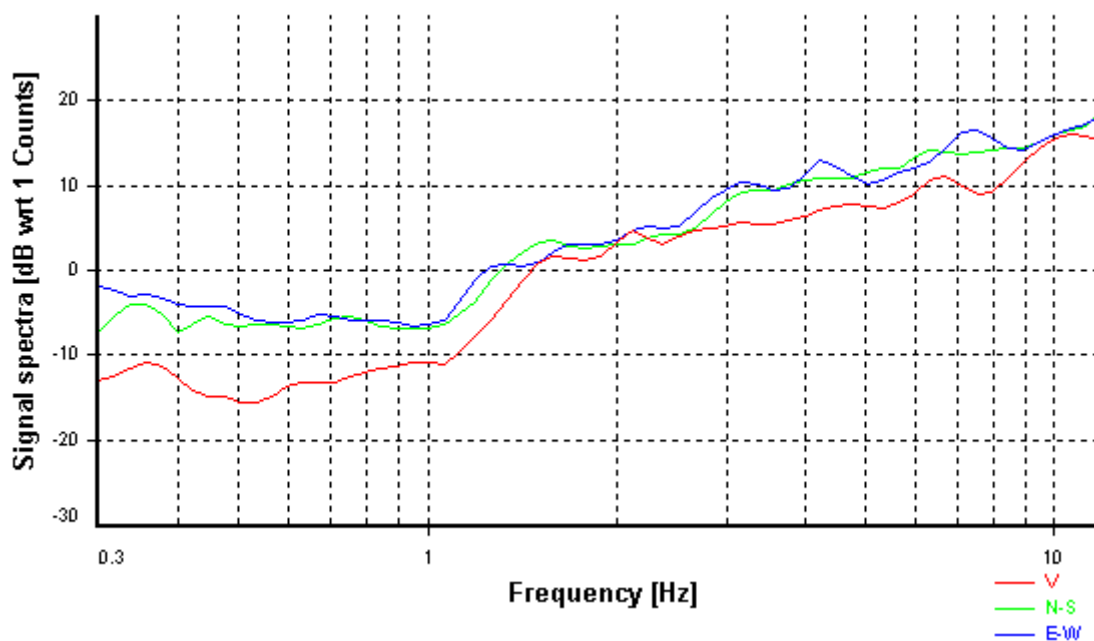
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

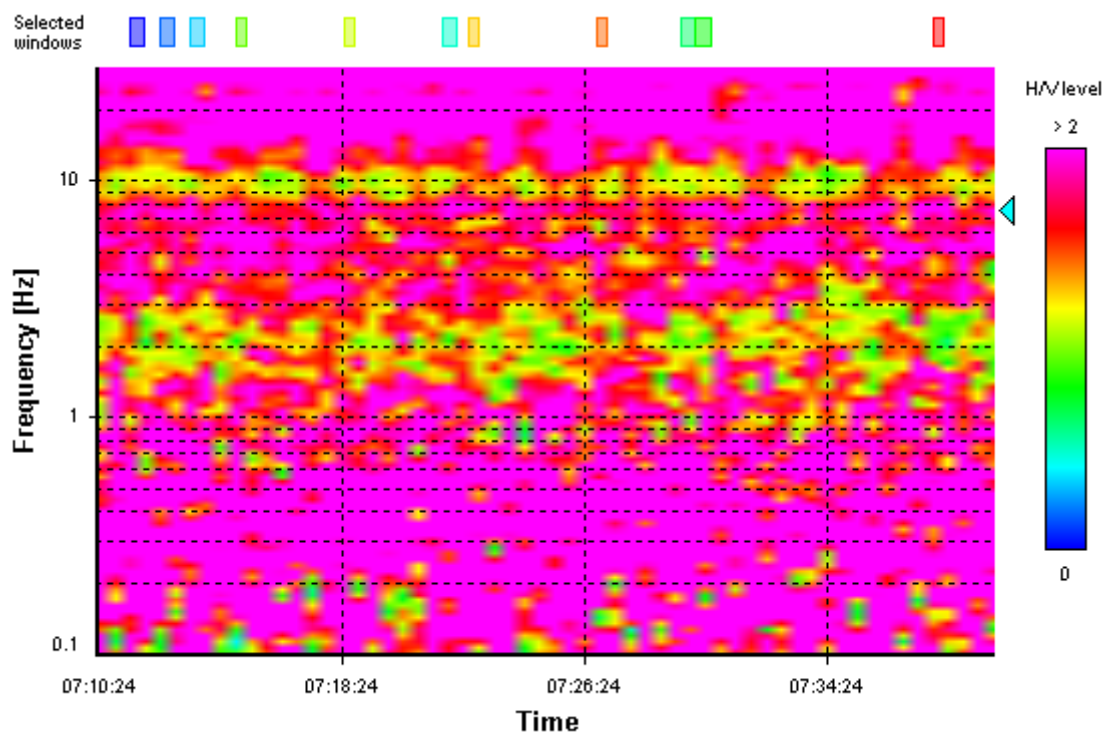
HVSR average



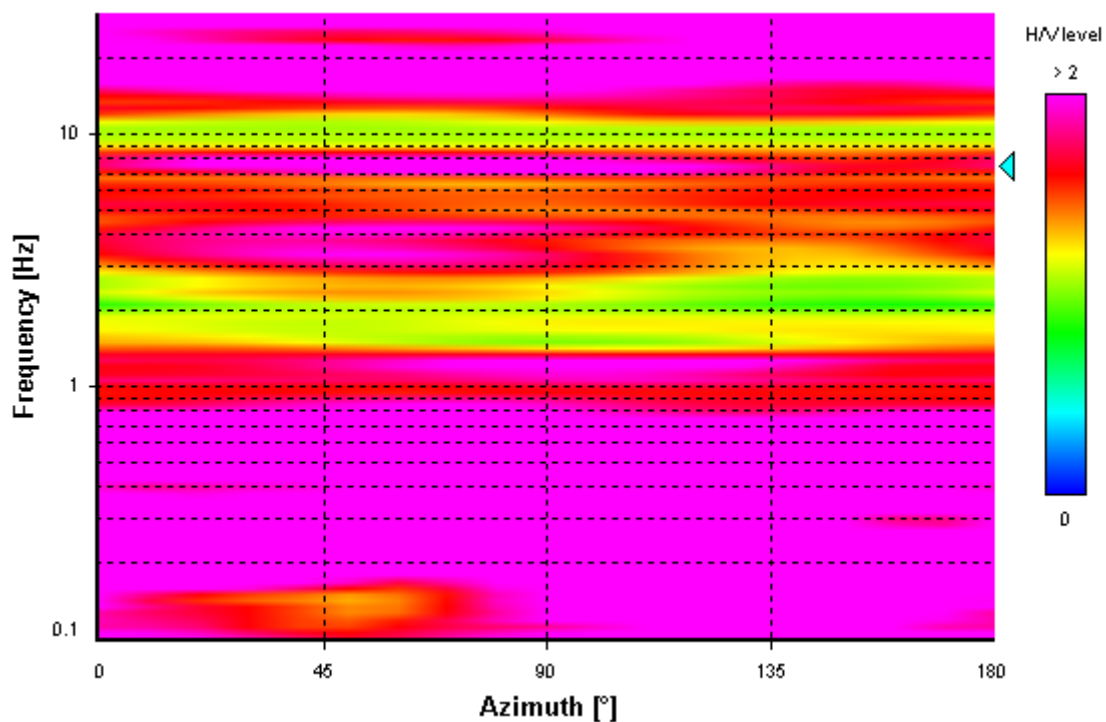
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



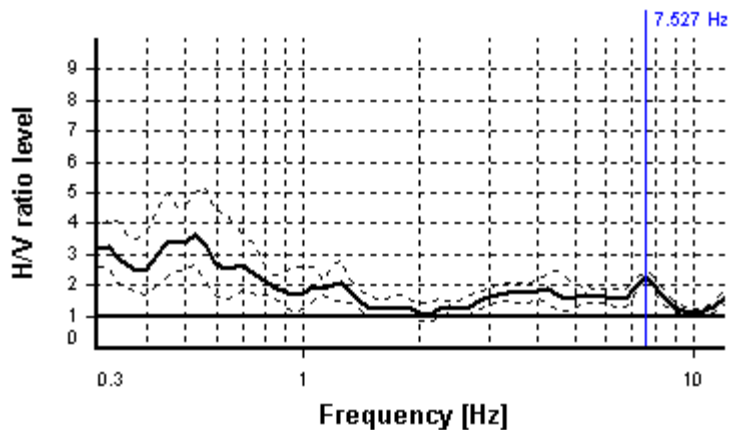
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

7.527 Hz

A_0 amplitude = 2.273

Average $f_0 = 7.529 \pm 0.194$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 1.33 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	2107.49 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 25	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	2.11902 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	10.03955 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.27 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19411 < 0.37634	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.07809 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK