

REGIONE DEL VENETO 	COMUNE DI VALDASTICO 	PROVINCIA DI VICENZA 
--	--	--

FONDO PER LA VALORIZZAZIONE, LO SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE, L'INTEGRAZIONE E LA COESIONE DEI TERRITORI DEI COMUNI APPARTENENTI ALLE REGIONI VENETO E LOMBARDIA CONFINANTI RISPETTIVAMENTE CON LE PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO (FONDO COMUNI CONFINANTI). (Art. 2, commi 117 e 117 bis, della Legge 23.12.2009, n. 191 (legge finanziaria 2010), successivamente modificato con l'articolo 1, comma 519, della legge 27.12.2013, n. 147 (legge di stabilità 2014))

ANNUALITÀ 2018

**LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FRAZIONE DI PEDESCALA
INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEL MONUMENTO AI CADUTI**

CIG: Z8C256167A

CIG: Z8C256167A

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

<p>Studio di progettazione:</p>  <p>DOLOMITI STUDIO dr. geol. C. Centomo & ing. M. Dal Pezzo Piazza Dolomiti 8, 36076 Recoaro Terme VI Tel. 0445 780229 Mobil +39 3356389496 Mail: info@dolomitistudio.it PEC: amministrazione@pec.dolomitistudio.it Website: www.dolomitistudio.it</p>	<p>R.U.P.:</p> <p>SINDACO Claudio Sartori Largo Savoia n.1 36040 - Valdastico (VI) Telefono 0445.745003 Posta Elettronica Certificata (PEC): valdastico.vi@cert.ip-veneto.net</p>	<p>Elaborato:</p> <p style="font-size: 2em;">2</p>
		<p>Data:</p> <p style="font-weight: bold;">Agosto 2020</p>
		<p>Aggiornamento/i:</p>
		<p>Scala/e:</p>
		<p>Intervento</p>
		<p>Codice elaborato</p>

SOMMARIO

1	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DEL SITO.....	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	4
4	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	7
5	MODELLO GEOTECNICO E SISMO-STRATIGRAFICO LOCALE.....	8
6	PROPOSTA DI SISTEMAZIONE	9

Allegati:

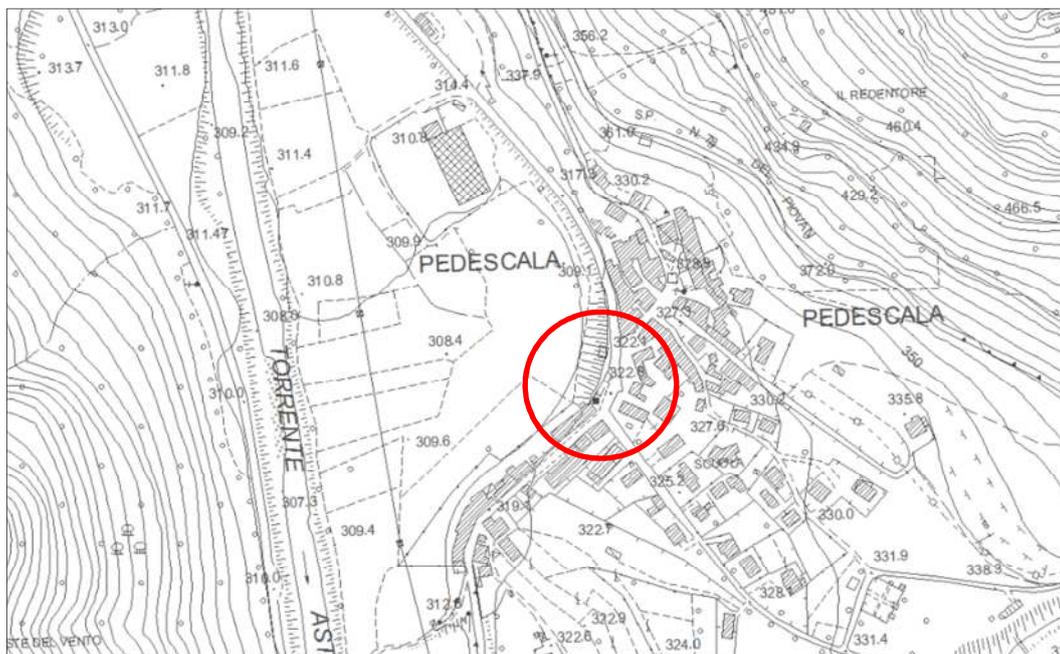
Indagini geofisiche:

- a) N° 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) e rilievo georadar (GPR)

1 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DEL SITO

Si allegano i seguenti estratti cartografici utili per inquadrare il sito. Le coordinate geografiche ricavate utilizzando un posizionatore GPS sono:

Latitudine	Longitudine
45,848509° N (WGS 84)	11,370149° E (WGS 84)
45,849414° N (ED50)	11,371165° E (ED50)



Estratto CTR el. n. 082060 "Valdastico"

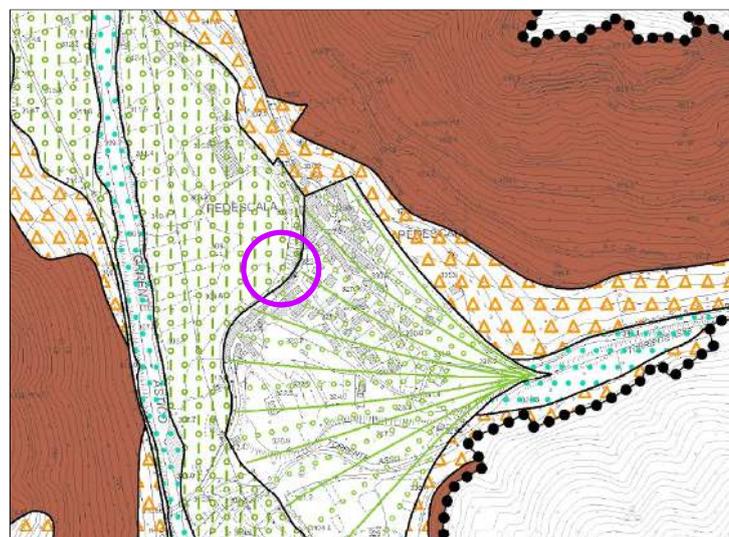


Estratto ortofoto

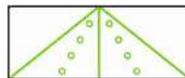
Comune di Valdastico Prot. n. 0003267 del 07-09-2020 arrivo Cat. 6 Cl. 5

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

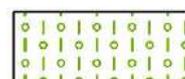
Il contesto geologico dell'area viene evidenziato nella seguente Carta Geolitologica.



Legenda



Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia



Materiali sciolti di deposito recente e attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente

Estratto Tav. c050301 - Carta Geomorfologica del PAT

La formazione geologica locale è data dalla presenza di depositi fluviali correlati all'ampio ventaglio di conoide di deiezione torrentizia del torrente della Val d'Assa.

Si tratta di materiali molto eterogenei dal punto di vista granulometrico comprendente: massi, ciottoli, ghiaie e sabbie a tessitura sia a supporto di matrice sia a supporto clastico.

Gli elementi si presentano da subangolosi a subarrotondati.

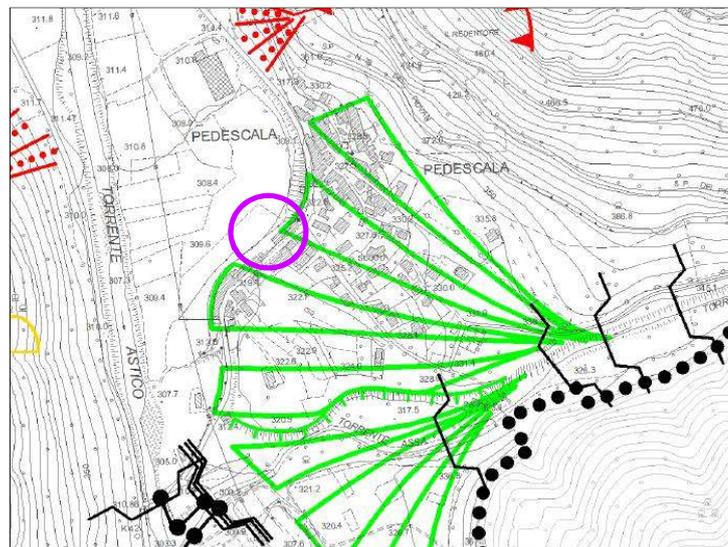
E' presente spesso una stratificazione più o meno definita con un buon grado di cementazione dei granuli.



Foto dei depositi di conoide alluvionale

3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il contesto geomorfologico dell'area viene evidenziato nella seguente Carta Geomorfologica di dettaglio.



Legenda



Cono alluvionale

Carta Geomorfologica dell'area

L'area è morfologicamente modellata sulla base della presenza dell'ampio cono alluvionale correlato al torrente della Val d'Assa la cui origine è legata al trasporto fluviale e successivo deposito in corrispondenza dello sbocco del torrente nella valle principale dell'Astico. La tipica forma a ventaglio è dovuta alla periodica divagazione dell'alveo durante il quale i detriti trasportati dall'acqua vengono distribuiti lungo tutta la superficie del cono.

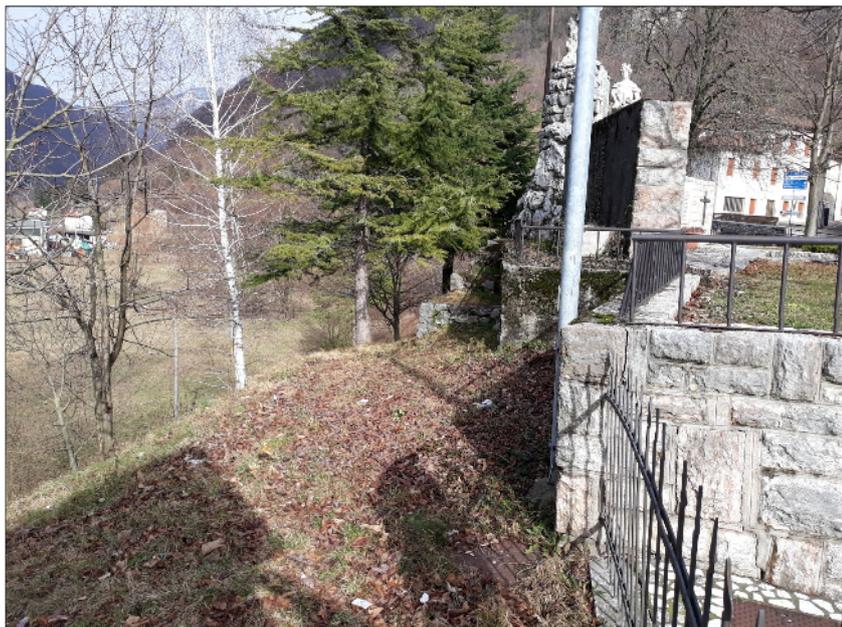
Questa morfologia, correlata al periodo post glaciale, ha subito una successiva erosione da parte delle divagazioni del torrente Astico che ne ha asportato la parte frontale. Tale limite è bene evidente dalla presenza di una scarpata o salto morfologico.

Le scarpate di erosione fluviale sono zone di fragile equilibrio idrogeologico e soggette a fenomeni gravitativi anche di tipo lento e superficiale. Il Monumento ai Caduti, manufatto posizionato proprio sul margine della scarpata della conoide di Pedescala, presenta infatti una serie di fessurazioni e fratture dei muri perimetrali dovuti evidentemente al lento movimento gravitativo della scarpata sul margine della quale il manufatto si trova.

La situazione di generale dissesto si è aggravata in occasione dell'evento calamitoso di novembre 2018.

Nel corso del sopralluogo di osservazione e rilievo si è constatato anche la presenza di alcuni alberi di alto fusto di altezza circa 10-15 m che possono aver determinato, con l'azione dell'accrescimento delle radici superficiali, delle spinte sulle fondazioni del muro di contenimento del Monumento.

Si allega documentazione fotografica esplicativa della situazione riscontrata.



Scarpata di erosione nell'area retrostante il monumento con la presenza di alberi ad alto fusto situati in prossimità del muretto del monumento



Muro di contenimento con fessura, sul fianco del monumento



Muro di contenimento con fessura, sul retro del monumento



Muro di contenimento con fessura, sul fianco del monumento



Rottura del parapetto

4 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Le indagini *in situ* sono state eseguite in corrispondenza delle future previste opere di fondazione e tenuto conto delle condizioni logistiche e di accessibilità del sito.

Al fine di ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo, sono state condotte le seguenti indagini:

a) n. 1 prova Penetrometrica Dinamica Media DPM;

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda:
DMP 3020 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	15.25 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°



a) n°1 registrazione di rumore sismico ambientale in seguito elaborata con la tecnica di Nakamura (H.V.S.R.) per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture.

Tablelle, diagrammi e relazioni specialistiche delle prove eseguite vengono allegati alla presente relazione.

Si allega planimetria con ubicazione degli delle prove eseguite.



5 MODELLO GEOTECNICO E SISMO-STRATIGRAFICO LOCALE

La caratterizzazione stratigrafica ed i parametri geotecnici del terreno di fondazione sono stati ottenuti in maniera indiretta dai risultati della prova penetrometrica e dall'indagine sismica. Il tutto è stato poi valutato sulla base del contesto geologico generale del territorio.

Nella tabella seguente vengono riportati i diversi strati di terreno ed i relativi parametri geotecnici ricavati dalle prove precisando che i valori riportati rappresentano una media ponderata di quanto desunto dalle indagini e possono essere considerati rappresentativi degli orizzonti stratigrafici individuati nella loro globalità, anche in considerazione della naturale disomogeneità del sottosuolo.

PROVA DPM 1

Strato	Prof. (m)	N _{spt}	γ (KN/m ³)	γ_{sat} (KN/m ³)	ϕ (°)	C _u (KPa)	Mod. Edom. (MPa)	Mod. Elastico (MPa)	Mod. Poisson	Modulo di taglio G (MPa)
Terreno superficiale e rimaneggiato	0.0-4.9	2.27	15.49	18.14	27.65	27.85	3.34	2.23	0.35	13.78
Ghiaia debolmente sabbiosa	4.9-5.8	11.01	14.61	18.90	30.15	--	4.91	8.64	0.33	60.77

dove:

γ = Peso unità di volume

γ_{sat} = Peso unità di volume saturo

ϕ (°) = Angolo di resistenza al taglio

C_u = Coesione non drenata

La ricostruzione sismo-stratigrafica di sito può essere schematizzata in un sismo-strato scarsamente addensato ($V_s \approx 180$ m/s) fino ad una profondità di circa 5,2 m dal p.c. locale mentre per valori di profondità maggiori le velocità di propagazione delle onde S aumentano a circa 455 m/s. A circa 33 m dal p.c. si segnala un ulteriore aumento di rigidità nel sottosuolo che porta le V_s a raggiungere valori di circa 1100 m/s (*bedrock geofisico* - $V_s \geq 800$).

Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo – stratigrafico interpretativo*):

H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]	Tipologia terreno associabile
I SISMOSTRATO	180	0,0 – 5,2	TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere)
II SISMOSTRATO	455	5,2 – ≈33	SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)
III SISMOSTRATO	1100	≈33 – Semisp.	ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate)

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata B**, così definita: *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.*

6 PROPOSTA DI SISTEMAZIONE

In progetto in esame riguarda il secondo punto B. ossia l'intervento di messa in sicurezza e riqualificazione del monumento ai caduti di Pedescala. Tale intervento si è reso necessario a causa della comparsa di alcune fessurazioni e di alcuni cedimenti strutturali che hanno lesionato la parte muraria del monumento ed in particolare il muro retrostante.

Le opere di sistemazione prevedono:

- a) Accantieramento, taglio degli alberi ad alto fusto presenti sulla scarpata, preparazione del terreno mediante scavo per l'imposta delle opere di consolidamento.
- b) Opere di consolidamento dei muri perimetrali del monumento mediante lavaggio degli stessi con idropulitrice, realizzazione di ancoraggi suborizzontali, posa di ferri di armatura e getto di nuovo muro solidale alle teste degli ancoraggi di rinforzo del muro lesionato esistente. Il nuovo muro viene realizzato a ridosso dell'attuale e a quota di poco inferiore dell'attuale al fine di rendere l'intervento poco o per nulla visibile alla fine dei lavori.
- c) Opere di consolidamento della scarpata nel settore al di sotto del tratto di muro in sasso mediante realizzazione di ancoraggi suborizzontali, posa di rete elettrosaldata e piastre di bloccaggio. Questa opera verrà ricoperta di terra alla fine dei lavori in modo da risultare del tutto invisibile.

Il corrispondenza del muro in sasso verrà posata una lamina di ferro ancorata lateralmente sugli ancoraggi del muro adiacente. Questo perché la realizzazione di ancoraggi nel settore con muro in sasso rischia di destabilizzare il monumento, pertanto si è preferito consolidare il terreno sottostante su cui questo settore è in appoggio e realizzare una sorta di "cintura di bloccaggio".

- d) Opere di sistemazione della scarpata mediante realizzazione di palificate di consolidamento del terreno superficiale e di regimazione delle acque superficiali. Le aree di scavo e movimento terra saranno reinverdite alla fine dei lavori.
- e) Risistemazione generale del monumento e dell'area pertinente mediante potature dei due alberi ai lati del monumento ai caduti e degli arbusti presenti; estirpazione dell'edera infestante e delle erbe tra le murature, stuccatura dei muri crepati, lievo e posa del nuovo parapetto-recinzione in ferro, posa di bacheca informativa in ferro corten del tutto simile alle bacheche del progetto Grande Guerra con contenuti inerenti alla storia Pedescala nella Grande Guerra e alla storia del monumento ai caduti.

Dott. Geol. Claudia Centomo

*Firmato digitalmente ai sensi del
D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82*

Allegati:

Indagini geofisiche:

- a) N° 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) e rilievo georadar (GPR)

PROVA DMP n. 1

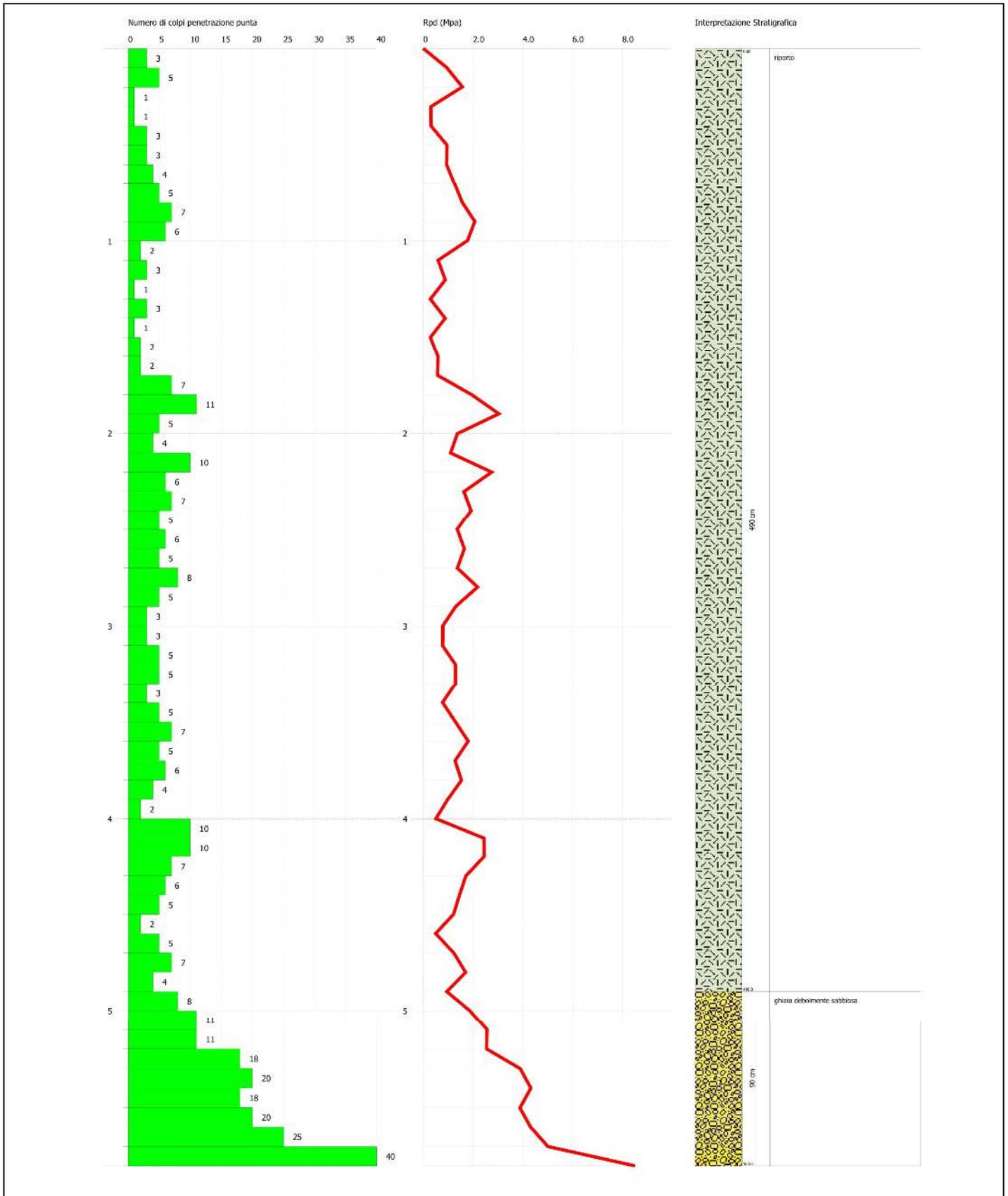
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
 Prova eseguita in data 08/04/2019
 Profondità prova 5.80 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Prof. (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0.857	0.95	1.11	47.60	55.57
0.20	5	0.855	1.58	1.85	79.15	92.61
0.30	1	0.853	0.32	0.37	15.79	18.52
0.40	1	0.851	0.32	0.37	15.76	18.52
0.50	3	0.849	0.94	1.11	47.17	55.57
0.60	3	0.847	0.94	1.11	47.07	55.57
0.70	4	0.845	1.25	1.48	62.62	74.09
0.80	5	0.843	1.56	1.85	78.10	92.61
0.90	7	0.842	2.08	2.47	103.88	123.44
1.00	6	0.840	1.78	2.12	88.85	105.81
1.10	2	0.838	0.59	0.71	29.56	35.27
1.20	3	0.836	0.88	1.06	44.24	52.90
1.30	1	0.835	0.29	0.35	14.72	17.63
1.40	3	0.833	0.88	1.06	44.06	52.90
1.50	1	0.831	0.29	0.35	14.66	17.63
1.60	2	0.830	0.59	0.71	29.26	35.27
1.70	2	0.828	0.58	0.71	29.20	35.27
1.80	7	0.826	2.04	2.47	102.00	123.44
1.90	11	0.825	3.05	3.70	152.66	185.10
2.00	5	0.823	1.39	1.68	69.26	84.14
2.10	4	0.822	1.11	1.35	55.30	67.31
2.20	10	0.820	2.76	3.37	138.01	168.27
2.30	6	0.819	1.65	2.02	82.65	100.96
2.40	7	0.817	1.93	2.36	96.25	117.79
2.50	5	0.816	1.37	1.68	68.63	84.14
2.60	6	0.814	1.64	2.02	82.21	100.96
2.70	5	0.813	1.37	1.68	68.39	84.14
2.80	8	0.811	2.18	2.69	109.23	134.62
2.90	5	0.810	1.30	1.61	65.17	80.46
3.00	3	0.809	0.78	0.97	39.04	48.27
3.10	3	0.807	0.78	0.97	38.97	48.27
3.20	5	0.806	1.30	1.61	64.85	80.46
3.30	5	0.805	1.29	1.61	64.74	80.46
3.40	3	0.803	0.78	0.97	38.78	48.27
3.50	5	0.802	1.29	1.61	64.54	80.46
3.60	7	0.801	1.80	2.25	90.21	112.64
3.70	5	0.800	1.29	1.61	64.34	80.46
3.80	6	0.798	1.54	1.93	77.08	96.55

3.90	4	0.797	0.98	1.23	49.16	61.67
4.00	2	0.796	0.49	0.62	24.54	30.83
4.10	10	0.795	2.45	3.08	122.54	154.17
4.20	10	0.794	2.45	3.08	122.36	154.17
4.30	7	0.793	1.71	2.16	85.53	107.92
4.40	6	0.791	1.46	1.85	73.21	92.50
4.50	5	0.790	1.22	1.54	60.92	77.08
4.60	2	0.789	0.49	0.62	24.33	30.83
4.70	5	0.788	1.22	1.54	60.75	77.08
4.80	7	0.787	1.70	2.16	84.94	107.92
4.90	4	0.786	0.93	1.18	46.52	59.19
5.00	8	0.785	1.86	2.37	92.92	118.37
5.10	11	0.784	2.55	3.26	127.60	162.76
5.20	11	0.783	2.55	3.26	127.44	162.76
5.30	18	0.732	3.90	5.33	194.96	266.33
5.40	20	0.731	4.33	5.92	216.33	295.93
5.50	18	0.730	3.89	5.33	194.44	266.33
5.60	20	0.729	4.32	5.92	215.77	295.93
5.70	25	0.678	5.02	7.40	250.87	369.91
5.80	50	0.577	8.54	14.80	427.08	739.81

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
4.9	2.9	0.97	0	15.49	18.14	37.95	0.78	2.27	Strato di terreno superficiale e rimaneggiato
5.8	14.06	4.16	0	14.61	18.9	82.48	0.78	11.01	Ghiaia debolmente sabbiosa

PROVA DMP n. 1 – grafico



Comune di Valdastico Prot. n. 0003267 del 07-09-2020 arrivo Cat. 6 Cl. 5



REGIONE DEL VENETO

Provincia di Vicenza



**Indagini geofisiche per la caratterizzazione dei terreni di
fondazione secondo la normativa vigente
(N.T.C. - D.M. 17 gennaio 2018)**



Piazza l'Armata
Località Pedescala
Comune di Valdastico (VI)

Committente:
Dolomiti Studio

Data: aprile 2019



STUDIOSISMA srl
Via Birori, 102/5 - 36050 Monteviale (VI)
Tel/Fax. 0444/962532 Cell. +39 349/0567455
Mail: info@studiosisma.com
C.F. e P.IVA 03797510249

INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
2.1	Prospezione radar GPR	4
2.2	Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)	5
3.	EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA	6
4.	SINTESI DEI RISULTATI DEL GEORADAR	8
5.	ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	9
5.1	Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate	9
6.	MODELLO SISMICO LOCALE	11

ALLEGATO

-  Indagine sismica H.V.S.R.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Responsabile di Progetto	Autori	Collaboratori
M. Collareda	S. Franceschetto	A. Fortugno



1. PREMESSE

Il giorno 8 aprile è stata condotta la presente campagna d'indagine geofisica in Piazza I Armata nella Località Pedescala nel Comune di Valdistico (VI), su incarico di Dolomiti Studio. Al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico, l'area in esame e valutare la presenza di oggetti ferromagnetici nel sottosuolo, sono state effettuate:

- **n° 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per determinare la Categoria di Sottosuolo (V_s, eq), come previsto dalle attuali normative, e per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture;
- **Rilievo georadar (GPR)**, al fine di ricostruire la stratigrafia dei terreni e valutare la presenza di oggetti ferromagnetici, nell'immediato sottosuolo.

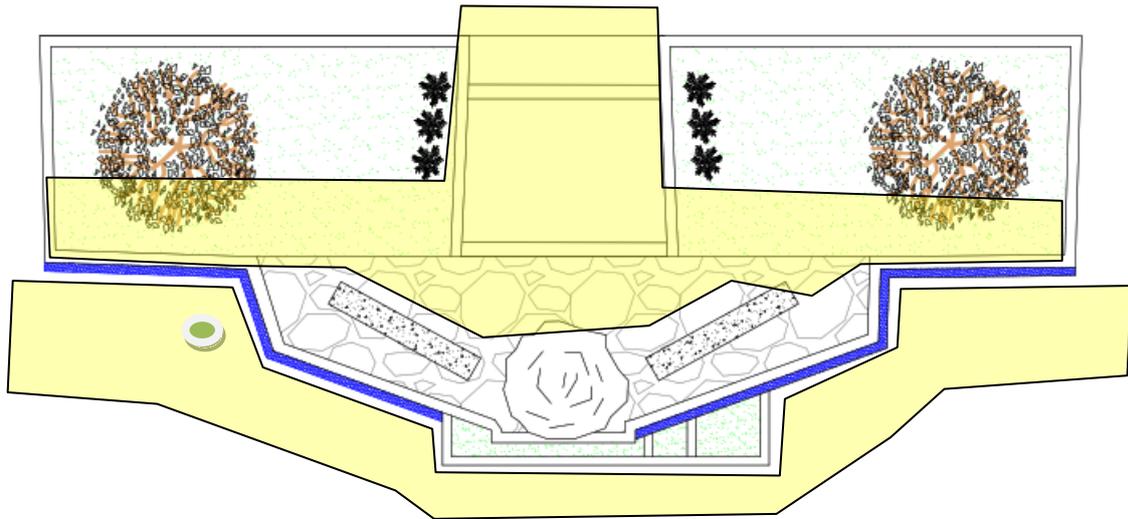
Nella figura a seguire viene evidenziata l'area in oggetto di studio (*Fig. n° 1 - Estratto da Ortofoto*).



Fig. n° 1: Estratto da Ortofoto

L'ubicazione dell'area è stata ottenuta, secondo i Datum WGS 84 ed ED50, utilizzando un posizionatore GPS: le coordinate ottenute sono specificate nella tabella sottostante. Nella figura seguente (*Fig. n° 2 - Ubicazione prove in sito*) sono invece riportate, in dettaglio, le posizioni di ogni misura effettuata.

Latitudine	Longitudine
45,848509° N (WGS 84)	11,370149° E (WGS 84)
45,849414° N (ED50)	11,371165° E (ED50)



Legenda:

-  Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)
-  Area rilevata con georadar

Fig. n°2 - Ubicazione prove in sito

2. CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1 Prospezione radar GPR

Il metodo GPR è una tecnica diagnostica geofisica non distruttiva che consente di ottenere immagini del sottosuolo fino ad una profondità di diversi metri. Tali immagini sono le sezioni verticali che si ottengono da ciascun profilo lineare coperto dall'antenna mobile sulla superficie da investigare.

La strumentazione utilizzata è un *GPR Data Acquisition IBS mod. Hi-MOD* con antenna monostatica da 2 GHz che ha permesso di ottenere sezioni verticali riferite ai primi 2,5 - 3,0 metri circa di sottosuolo.

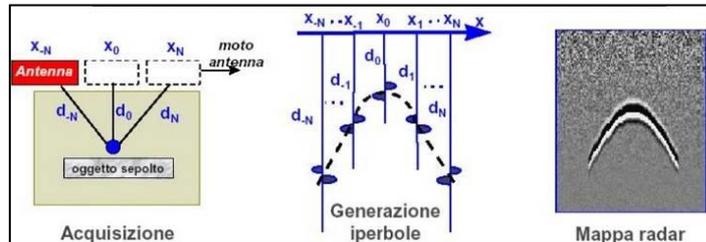
Il radar, in generale, è una apparecchiatura che permette di rilevare la posizione di un oggetto dal confronto tra un segnale di riferimento emesso dal trasmettitore e quello riflesso dall'oggetto (bersaglio) di cui si deve determinare la posizione. Per questo scopo si utilizzano delle onde elettromagnetiche comprese tra qualche centinaio di MHz ed alcune decine di GHz. Il parametro misurato è il tempo di propagazione dell'onda elettromagnetica che, a seguito dell'intercettazione di ostacoli e discontinuità ritorna in superficie e viene captata dall'antenna come eco riflesso.

La legge che regola tale processo è matematicamente esprimibile nella forma: $V_m = 2d/t$



ove V_m rappresenta la velocità media dei materiali attraversati dal segnale, $2d$ il tragitto percorso e t il tempo impiegato.

Una volta ottenuta l'immagine strumentale sintetica, costituita da una serie di echi successivi, si tratta, ove sia possibile, di interpretare le particolarità grafiche della natura e forma di ogni elemento perturbatore. La stessa conversione della scala verticale, da tempi a metri, di utilità e comprensione molto più immediate, presuppone la formulazione di alcune ipotesi sulle caratteristiche dei materiali costituenti gli strati in esame, che si traducono in diverse velocità di propagazione dell'onda.



2.2 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,eq}$ e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

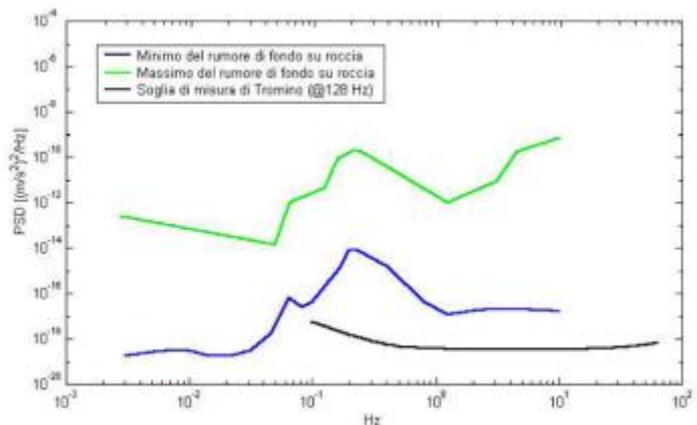
- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Moho S.r.L modello "Tromino ENGY-PLUS" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno una terna velocimetrica con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



3. EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA

La storia della classificazione sismica Italiana comincia dopo il terribile terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 (XI grado MCS) che provocò la morte di circa 80.000 persone. In seguito a questo evento ci fu un deciso impegno dello Stato a tradurre in legge le conoscenze scientifiche e tecniche sulle costruzioni sino ad allora maturate. Fu così emanato il Regio decreto n° 193 [1909] nel quale è contenuta la prima classificazione sismica del territorio Italiano. Negli anni a seguire si continuò ad aggiornare la normativa tecnica ampliando la classificazione in base alle zone colpite da eventi sismici. Nel 1962 fu pubblicata la Legge n° 1684, in seguito ai terremoti di Carnia (1956), Valle del Velino (1961) e Irpinia (1962) dove, per la prima volta, si prescrisse l'applicazione delle norme sismiche ai comuni "soggetti a intensi movimenti sismici" e non solo a quelli colpiti dal terremoto. In seguito ai terremoti dei Monti Nebroli (1967), della Valle del Belice (1968) e di Tuscania (1971), fu emanata la Legge n° 64 [1974], che costituisce una pietra miliare nel panorama della normativa sismica poiché stabilì che la classificazione sismica dovesse procedere sulla base di comprovate motivazioni tecniche scientifiche.

La promulgazione dell'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/3/2003 e successive modifiche ed integrazioni ha determinato sul panorama nazionale un grande rinnovamento sul fronte della normativa tecnica in zona sismica, rappresentata fino ad allora dai contenuti del D.M. 16 gennaio 1996. La principale novità introdotta dall'O.P.C.M. n° 3274 è l'abbandono del carattere puramente prescrittivo e convenzionale che caratterizzava le norme tecniche di vecchia concezione, come il D.M. 16/01/1996, per abbracciare un'impostazione puramente prestazionale, in cui gli obiettivi della progettazione e quindi il livello di



sicurezza sono esplicitamente dichiarati, a seconda della risposta sismica attesa per la struttura e il sito di costruzione, per un prefissato livello di severità dell'azione sismica.

Le attuali norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. D.M. - 17 gennaio 2018) ereditano gran parte dei contenuti dell'O.P.C.M. n°3274 in merito alla progettazione in zone sismiche; tuttavia rispetto a quest'ultimo documento sono anche stati apportati importanti cambiamenti, di cui forse il più rilevante riguarda la definizione dell'**azione sismica**.

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [3.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [3.2]$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "**doppia risonanza**", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani} \quad [3.3]$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito} \quad [3.4]$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

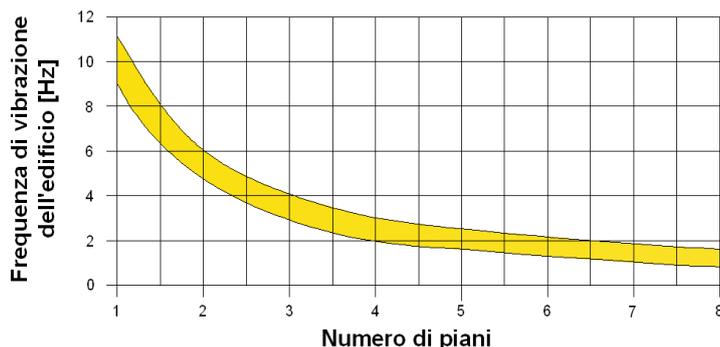


Figura - Frequenza di vibrazione degli edifici rapportata al numero di piani.



Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde Vs è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}} \quad [3.5]$$

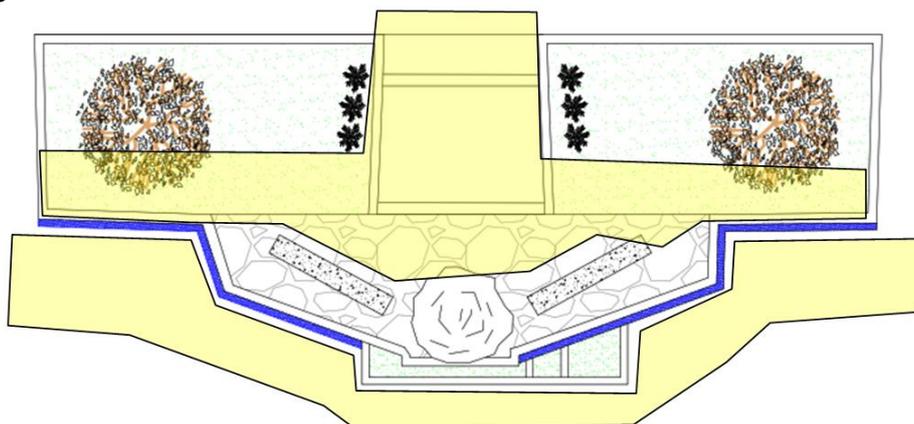
- Vs = valore di velocità delle onde di taglio [m/s];
- H = profondità alla quale si desidera stimare Vs [m] (30 m in caso di Vs,30);
- hi = spessore dello strato i - esimo [m];
- vi = velocità delle onde Vs all'interno dello strato i - esimo [m/s].

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004).

TIPO DI SUOLO	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere)	100	150	200

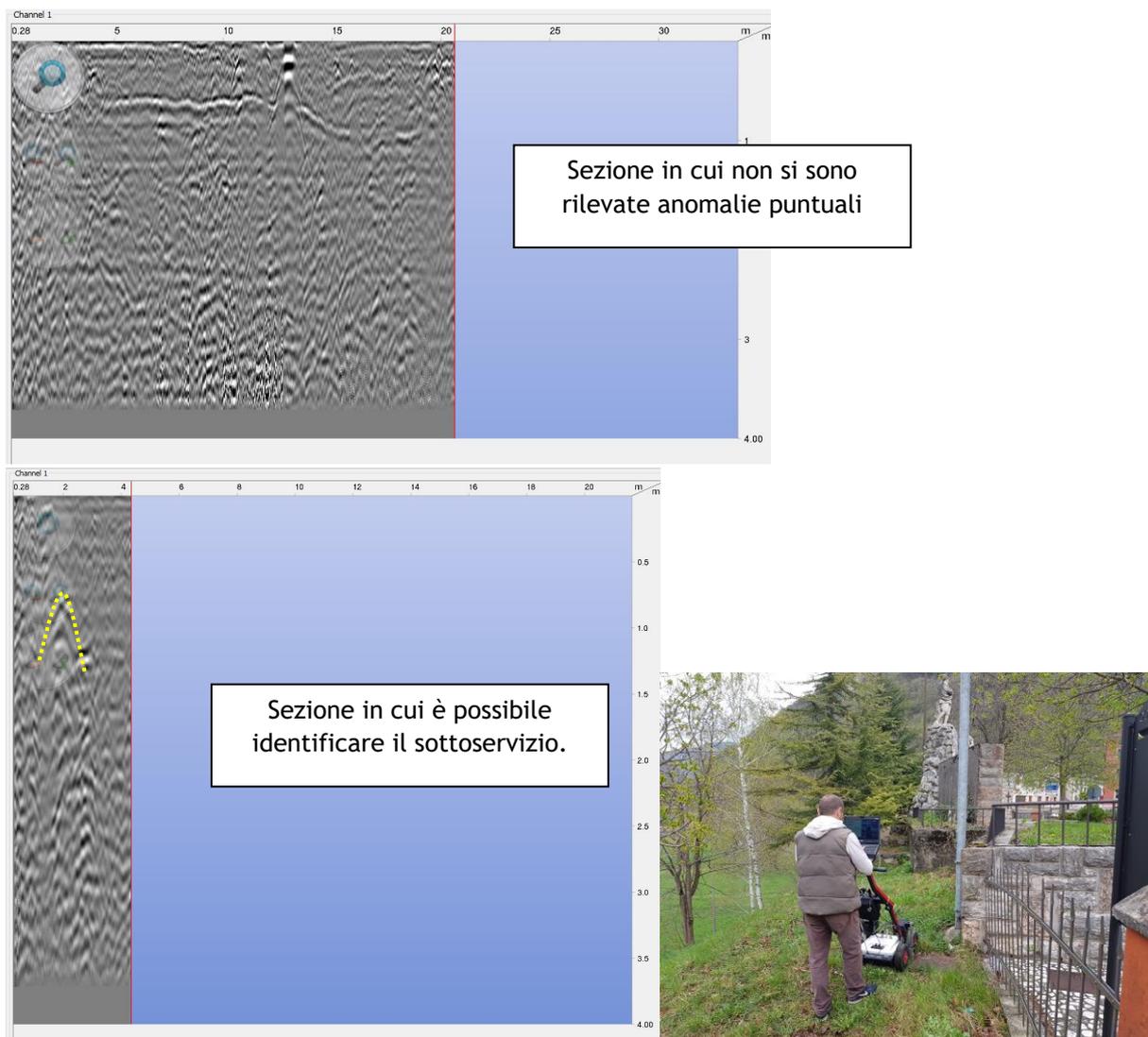
4. SINTESI DEI RISULTATI DEL GEORADAR

L'indagine georadar è stata condotta in adiacenza al monumento per i caduti sito in località Pedescala, con l'obiettivo di valutare la presenza di oggetti ferromagnetici nell'immediato sottosuolo. In particolare, l'esatta ubicazione dell'area analizzata è evidenziata con un retino giallo nell'immagine riportata a seguire.



Il sito ha presentato una scarsa attitudine ad essere investigato con la metodologia georadar poiché di difficile accesso e caratterizzato dalla presenza di materiale fine umido superficiale, che ne ha impedito la naturale propagazione del segnale. Ne consegue che, la massima profondità indagata si è ridotta a circa 1,5 m.

Le anomalie rilevate sono principalmente riconducibili, per forma e allineamento, alla presenza di sottoservizi, in particolar modo nel lato posteriore del monumento.



Comune di Valdastico Prot. n. 0003267 del 07-09-2020 arrivo Cat. 6 Cl. 5

5. ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

5.1 Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate

Nel caso specifico del sito in esame, si è cercato di correlare i valori di picco dello spettro di risposta H.V.S.R. con le frequenze fondamentali di risonanza di sito.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

Sapendo che i valori di picco sono proporzionali ai contrasti di rigidità, e utilizzando i risultati della prova penetrometrica effettuata, si è potuto estrapolare una stratigrafia sismica del sottosuolo.

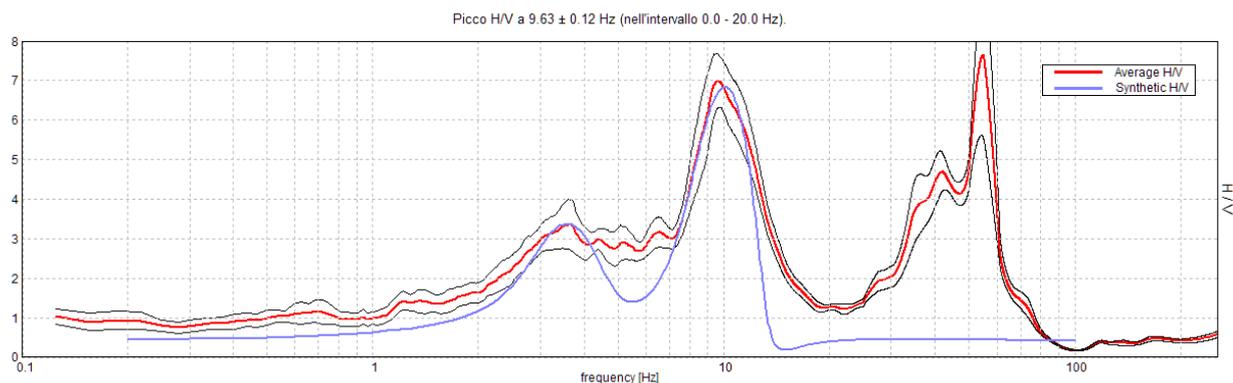
La frequenza caratteristica di risonanza di sito, nell'intervallo di normale interesse ingegneristico - strutturale (0,0 - 20 Hz), è risultata di $\approx 9,6$ Hz.

Frequenza caratteristica di risonanza registrata

9.63 ± 0.12 Hz

È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione del terreno, poiché il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo

La ricostruzione sismo-stratigrafica di sito può essere schematizzata in un sismo-strato scarsamente addensato ($V_s \approx 180$ m/s) fino ad una profondità di circa 5,2 m dal p.c. locale mentre per valori di profondità maggiori le velocità di propagazione delle onde S aumentano a circa 455 m/s.

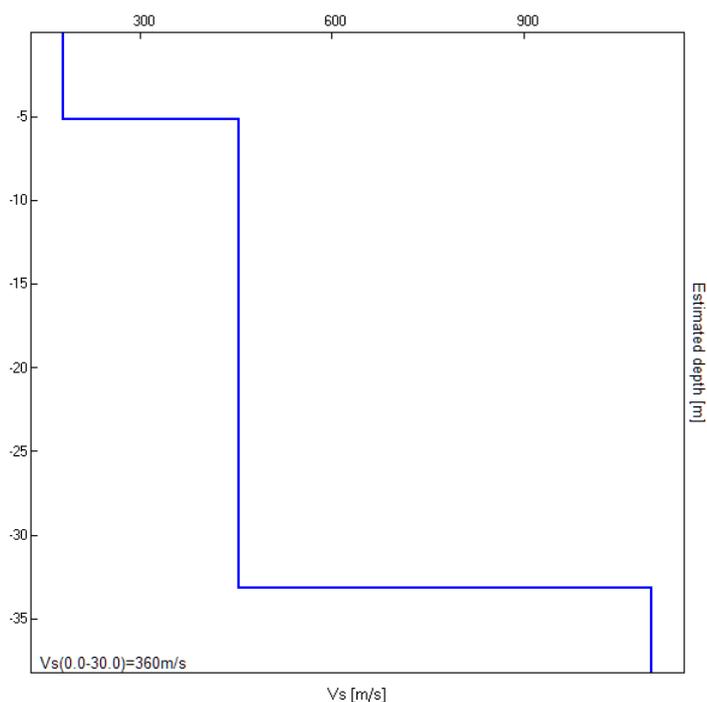
A circa 33 m dal p.c. si segnala un ulteriore aumento di rigidità nel sottosuolo che porta le V_s a raggiungere valori di circa 1100 m/s (*bedrock geofisico* - $V_s \geq 800$).

Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	180	5,2	0,0 - 5,2
II SISMOSTRATO	455	28	5,2 - ≈ 33
III SISMOSTRATO	1100	Semisp.	≈ 33 - Semisp.

Comune di Valdastico Prot. n. 0003267 del 07-09-2020 arrivo Cat. 6 Cl. 5

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto **SESAME** (*Linee guida 2005*). Per l'affidabilità della curva HVSr devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi. Si osserva quindi che il picco a 9.63 Hz soddisfa tutti i criteri e può pertanto essere assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.



Max. H/V at 9.63 ± 0.12 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSr curve			
$f_0 > 10 / L_w$	9.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3850.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 463 times	OK	
Criteria for a clear HVSr peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.99 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0123 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11838 < 0.48125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6819 < 1.58	OK	

6. MODELLO SISMICO LOCALE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

Per definire le Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro $V_{s,eq}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento ($V_{s,30}$ per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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 pari a 3 m.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Dall'assetto sismostratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del *bedrock* geofisico (substrato di riferimento) a profondità superiori a 30 m.

Pertanto, come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018*), si è calcolata la velocità media di propagazione delle onde di taglio fino 30 m dal piano di posa delle fondazioni ($V_{s,30}$), a partire da varie profondità dal piano campagna:

Profondità piano di posa delle fondazioni	$V_{s,30}$
0 m dal p.c.	$V_s (0 - 30) \approx 360 \text{ m/s}$
1 m dal p.c.	$V_s (1 - 31) \approx 375 \text{ m/s}$
2 m dal p.c.	$V_s (2 - 32) \approx 391 \text{ m/s}$

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata B**, così definita:

Categoria B - *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.

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di V_s ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.

Monteviale, aprile 2019

ALLEGATO

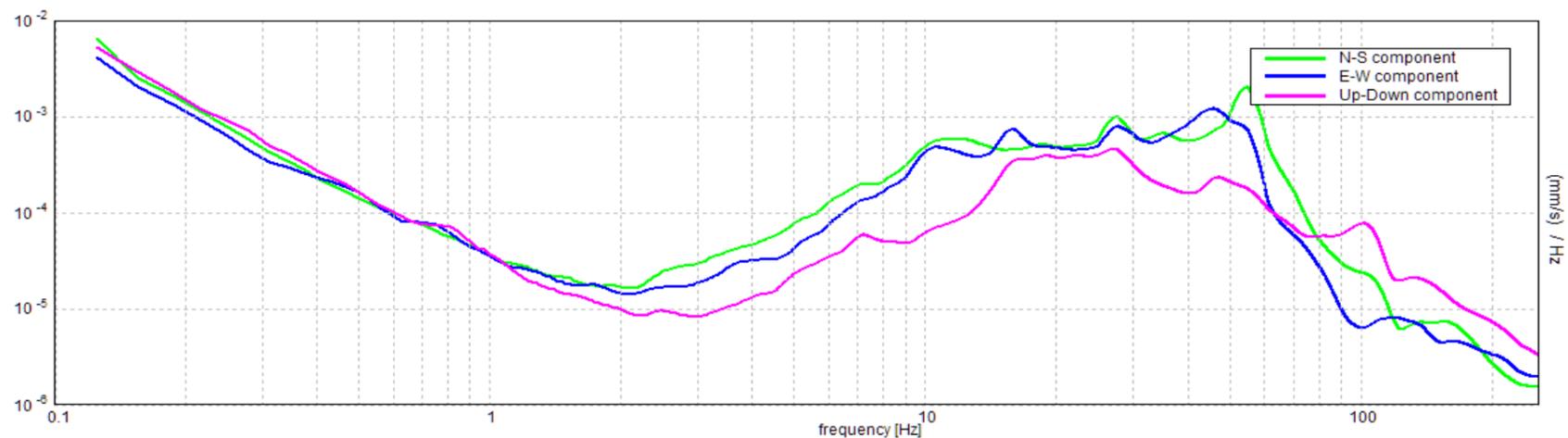
 **Indagine sismica H.V.S.R.**

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

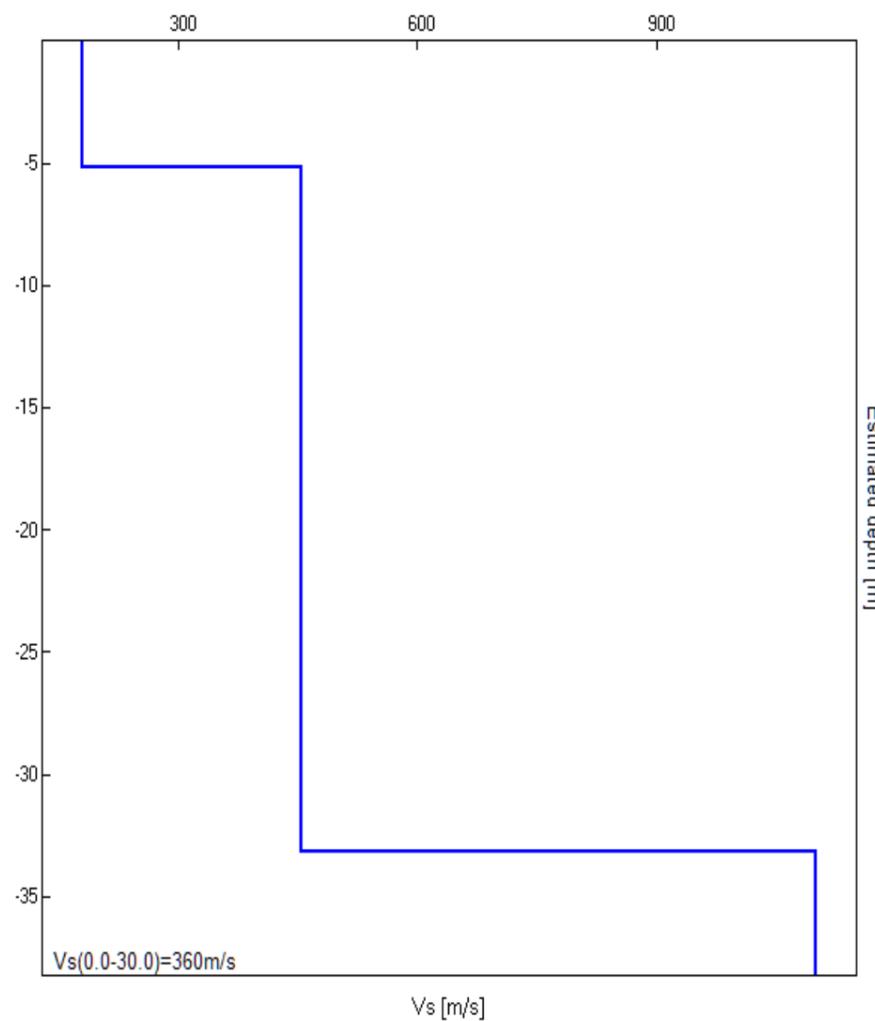
- ✓ Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, p. 665 - 666.
- ✓ Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, p. 53 - 63.
- ✓ Castellaro S., Mulargia F. Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica Regionale*, vol. 3.
- ✓ D'Amico V., Picozzi M., Albarello D., Naso G. e Tropenscovino S., 2004. Quick estimates of soft sediments thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Eartq. Eng.*, 8, p. 895 - 908.
- ✓ Dal Moro G., 2008b, Rapporto sulla campagna Vs30 in Friuli Venezia Giulia, Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Università di Trieste.
- ✓ Dal Moro G & Pipan M., 2007, Joint Inversion of Surface Wave Dispersion Curve and Reflection Travel Times via Multi-Objective Evolutionary Algorithms, *J. Appl. Geophysics*, 61, 56-81.
- ✓ Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, p. 117 - 128.
- ✓ Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, p. 250 - 290.
- ✓ Ivanov, J., Miller, R.D., Xia, J., Steeples, D., and Parck, C.B., 2006, Joint Analysis of Refractions with Surface Waves. An Inverse Refraction-Traveltime Solution: *Geophysics*, 71, R131-R138.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 Years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 42, P. 255 - 266.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Ginevra, 3-8 Sept. no 270.
- ✓ Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica", *Il geologo - Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna*.
- ✓ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, p. 25 - 30.
- ✓ Roth M. & Holliger K- 1999. Inversion of Sourcegenerated noise in high-resolution seismic data. *The Leading Edge*, 18, 1402-1406.
- ✓ [SESAME Project](#): "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005.



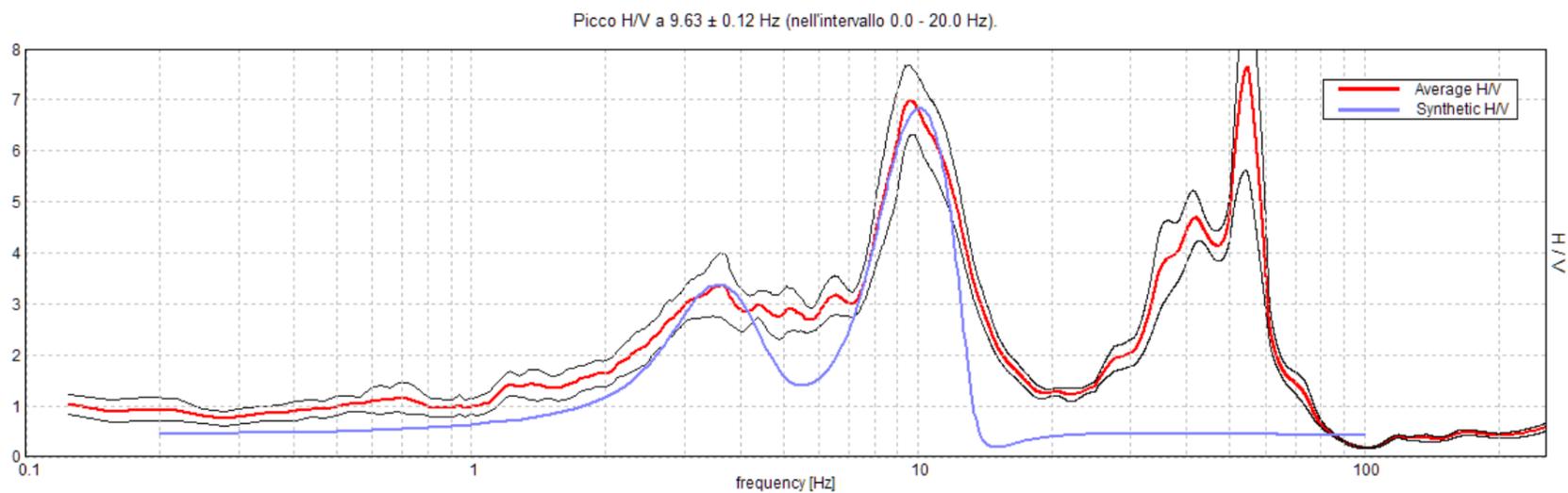
Andamento delle tre componenti del moto sismico



Profilo verticale onde S (Vs)



Spettro sismico a curva sintetica da misura a stazione singola (H.V.S.R.)



Categoria B di Sottosuolo

Modello sismo-stratigrafico interpretativo

H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	180	5,2	0,0 - 5,2
II SISMOSTRATO	455	28	5,2 - ≈33
III SISMOSTRATO	1100	Semisp.	≈33 - Semisp.



INDAGINE GEOFISICA

Ubicazione: Piazza I Armata - Pedescala- Valdastico(VI)

Lat. 45,848509°N - Lon. 11,370149°E (WGS-84)

Committente: Dolomiti Studio

Indagine sismica H.V.S.R.

Aprile 2019