

ArcGeo Studio

Via Don G. Minzoni 103 - 62028 Sarnano MC
Tel. + Fax: 0733 - 657159 Port.le 330-882116

E_mail: lucarelli.geologo@virgilio.it
E_mail: lucarelli.geologo@pec.it

Geologo:

Geol. COSTANTINO LUCARELLI

Ordine dei Geologi della Regione Marche
Geologo Specialista n°357 - Albo Sezione A

C.F.: LCRCTN65E22I436K
P.I.: 01186690432

Collaboratore:

Comune di
Gualdo

Provincia di
Macerata

COMMITTENTE: **Zavaglini Giuseppe**

PROGETTO: Demolizione con ricostruzione di edificio
assimilabile ad abitativo D. L. 189/2016
- ORDINANZA n°19 e ss. mm. ii. -

OGGETTO: Indagine geologica

Elaborato n°:

G

Località: Valle 13

Scala:

1:

N° commessa:

ID elaborato:

Data	Motivazione	Redatto	Controllato	Approvato
Agosto 2022	Prima emissione	Geol. Lucarelli C.	Geol. Lucarelli C.	

Indice

I. Premessa	pag. 1
II. Analisi dati esistenti	pag. 2
III. Inquadramento topografico e geomorfologico	pag. 3
IV. Inquadramento geologico	pag. 5
V. Cenni idrologici	pag. 6
VI. Caratteristiche litologiche e geotecniche medie (F_M)	pag. 7
VII. Parametri geotecnici caratteristici (F_K)	pag. 9
VIII. Vita nominale (V_N)	pag. 9
IX. Classe d'uso (C_U)	pag. 10
X. Vita di riferimento (V_R)	pag. 10
XI. Azione sismica	pag. 11
i. Aspetti geodinamici e sismicità	pag. 11
ii. Classificazione sismica del suolo	pag. 11
iii. Amplificazione topografica S_T	pag. 12
iv. Amplificazione stratigrafica S_S	pag. 13
v. Valori di pericolosità sismica	pag. 13
vi. Accelerazione massima in superficie (a_{max})	pag. 14
XII. Misure HVSR	pag. 14
XIII. Conclusioni	pag. 15

FIGURE IN RELAZIONE

Stralcio della cartografia del PAI Fig. 1

ELABORATI IN RELAZIONE

Stralcio di progetto	Tav. 1
Corografia	Tav. 2
Planimetria catastale	Tav. 3
Stralcio della "Carta geologica ..."	Tav. 4
Sezione litostratigrafica schematica	Tav. 5
Elaborati prove penetrometriche	Allegato 1
Elaborati prova geofisica MASW	Allegato 2
Elaborati misura HVSR	Allegato 3
Parametri sismici	Allegato 4


INDAGINE GEOLOGICA PER DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE DI EDIFICIO ASSIMILABILE AD ABITATIVO D. L. 189/2016 - ORDINANZA N°19 E SS. MM. II. -

I. PREMESSA

Su incarico del sig. Zavaglini Giuseppe è stata effettuata un'indagine geologica relativa al progetto di “*DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE DI EDIFICIO ASSIMILABILE AD ABITATIVO D.L. 189/2016 – ORDINANZA N°19 E SS.MM.II -*”, di un fabbricato di civile abitazione, di sua proprietà, sito in località Valle 13 di Gualdo MC (Tav. 1).

L'indagine è stata eseguita in conformità a quanto previsto da:

- ✚ **O.P.C.M. n.19 del 7 aprile 2017 e s.m.i.:** *Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatesi a far data dal 24 agosto 2016;*
- ✚ **O.P.C.M. n.55 del 24 aprile 2018**
- ✚ **D.M. 17 gennaio 2018:** *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;*
- ✚ **C.S.L.P.:** *Circolare 21 gennaio 2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;*
- ✚ **D.M. 14 gennaio 2008:** *Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni;*
- ✚ **C.S.L.P.:** *Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009;*
- ✚ **C.S.L.P.:** *Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/07;*
- ✚ **O.P.C.M. 3274 del 25 marzo 2003 e ss.mm.ii**
- ✚ **Eurocodice 8 (1998):** *Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);*
- ✚ **Eurocodice 7.1 (1997):** *Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali. UNI;*
- ✚ **Eurocodice 7.2 (2002):** *Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI;*

 **Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in situ. UNI.**

La metodologia operativa per l'esecuzione del presente lavoro è la seguente:

- rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- reperimento materiale a carattere geologico, con acquisizione dei dati relativi a sondaggi, pozzi e scavi effettuati in precedenza nell'area in esame ed in quelle limitrofe ritenuti utili ai fini del presente lavoro;
- controllo dell'idrologia;
- esecuzione di n.02 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti, eseguite in data 19 maggio 2022, in situ utilizzando un penetrometro dinamico-statico modello Pagani TG 63 (200 kN), spinte ad una profondità massima di 9.30m dal piano campagna;
- esecuzione di una misura HVSR in data 19 maggio 2022;
- esecuzione di una indagine geofisica MASW in data 19 maggio 2022;
- stesura della relazione esplicativa corredata da figure, tabelle e tavole.

I dati che verranno forniti nella presente indagine permetteranno di arrivare in modo corretto alla definizione dei parametri caratteristici (κ) e di progetto (D) a partire dai parametri di campagna e di quelli medi (M) in seguito riportati, verranno inoltre definiti i parametri sismici del sito oggetto di intervento.

Le indagini sono state estese ad una porzione di terreno ritenuta significativa ai fini dell'indagine stessa, in un intorno geologicamente e geomorfologicamente ritenuto indicativo rispetto all'area in esame.

II. ANALISI DATI ESISTENTI

I riferimenti litostratigrafici utilizzati nel presente studio traggono origine da alcune pubblicazioni consultate:

- Geol. Tiberi P. (2018): Studi di microzonazione sismica di I e III livello del territorio comunale di Gualdo MC;
- AA.VV. (1987): PPAR – Piano Paesistico Ambientale Regionale - Regione Marche;
- AA.VV. (2001): PAI – Piano per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale – Regione Marche – Autorità di Bacino;
- AA.VV. Regione Marche, “Carta geologica e geomorfologica della Regione Marche” in scala 1:10.000 – Regione Marche / Servizi Informazioni Territoriali;

-
- AA.VV. Consiglio Nazionale Ricerche (C.N.R.), Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Università degli studi di Ancona – Regione Marche, “Schema idrogeologico della Regione Marche” in scala 1:100.000;
 - Centamore E., con altri autori (1986), “Carta geologica delle Marche - scala 1:250.000”. Istituto di Geologia dell’Università di Camerino in “Studi Geologici Camerti - Volume Speciale 1986”;
 - Centamore E., con altri autori (1991), “Carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica delle Marche scala 1:100.000” a cura della Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente (1991) in: “L’ambiente fisico delle Marche - Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia”. S.E.L.C.A. Firenze;
 - Consiglio Nazionale Ricerche (C.N.R.), Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.), Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nell’Italia centrale (I.R.P.I.): “Carta Inventario dei Movimenti Franosi della Regione Marche ed Aree Limitrofe - scala 1:100.000”. Pubblicazione G.N.D.C.I. n° 580;
 - Cantalamessa ed altri , “Carta geologica del Bacino della Laga tra il T. Fiastrella e il T. Fluvione”, Istituto di Geologia dell’Università di Camerino in Studi Geologici Camerti Volume VI (1980);
 - Centamore E., Dramis F., Gentili B., Nanni T. e Pambianchi G. : “Carta Geoambientale del Bacino del Tenna” 1991;
 - Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente (1991), : “L’ambiente fisico delle Marche - Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia”. S.E.L.C.A. Firenze;
 - Studi Geologici Camerti - Volume Speciale - La Geologia delle Marche 1986;
 - Studi Geologici Camerti - Volume VI 1980;Blumetti A.M., Dramis F., Gentili B. e Signanini P.: Una legenda per la cartografia degli elementi geologici e geomorfologici di pericolosità sismica. Mem. Soc. Geol. It. 37 (1987).

Tali studi, sempre a carattere generale, forniscono utili indicazioni per inquadrare il territorio in esame in un contesto più ampio relativamente alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

III. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L’area in esame si localizza nella Carta Tecnica della Regione Marche Foglio n° 314 Montegiorgio sezione n° 314090 Gualdo MC in scala 1:10.000 (Tav. 2) e più precisamente nella mappa catastale foglio n° 11 particella n° 501 alla scala 1:2.000 del Comune di Gualdo MC (Tav. 3).

La zona oggetto di studio si ubica in prossimità della linea di crinale di una piccola dorsale allungata in direzione SW-NE, digradante verso nord-est , che funge da spartiacque tra fossi senza toponomastica. In dettaglio il sito si ubica ad una quota di circa 630.0m s.l.m.m. ed è caratterizzato da una pendenza verso sud-est inferiore ai 15° .

La morfologia generale dell’area è caratterizzata dalla natura litologica e dalla struttura dell’area. I versanti più ripidi si trovano dove le litologie sono a prevalenza di arenarie e/o sabbie con giaciture a reggipoggio mentre i versanti meno acclivi sono

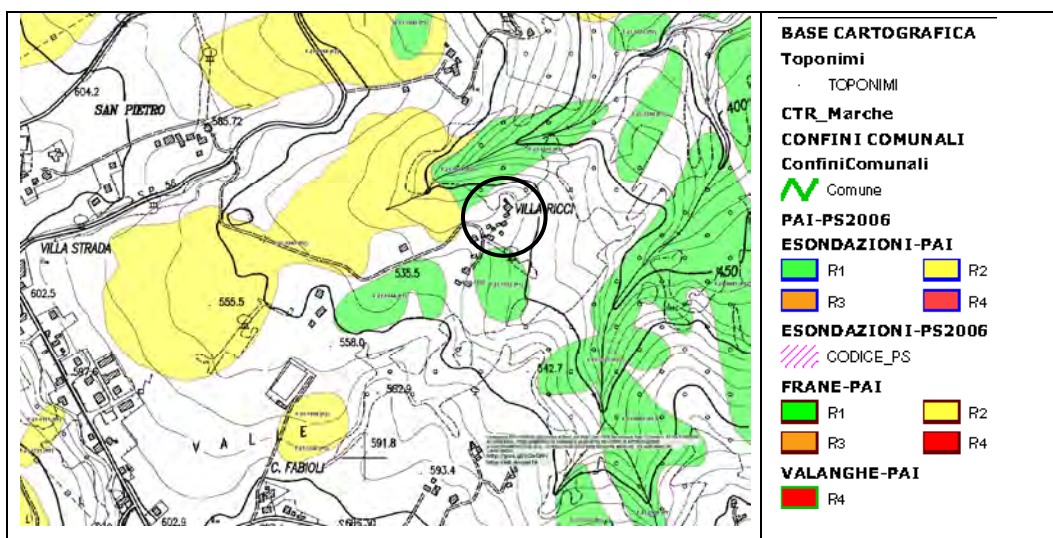
caratterizzati da litologie pelitiche con giaciture a franapoggio e dalla presenza di coperture detritiche. Questi ultimi sono spesso interessati da fenomeni gravitativi di varia genesi.

Tra i fenomeni gravitativi, la tipologia più frequente è quella degli scorrimenti sia attivi che quiescenti; inoltre si rinvencono le deformazioni superficiali lente ed i colamenti. Tali dissesti interessano prevalentemente le coperture detritiche e subordinatamente possono coinvolgere porzioni di substrato.

In dettaglio nell'area oggetto di studio non sono presenti movimenti gravitativi di alcun genere. In Tav. 4 viene riportato uno stralcio della *Carta Geologica della Regione Marche* (Regione Marche - Servizi Informazioni Territoriali) a conferma di quanto sopra esposto.

La visione della cartografia del P.A.I. aggiornata al Decreto del Segretario Generale AdB Distrettuale App.Centrale n.50 del 01/06/2022 (*Procedimento di Variante agg. 2016 in corso di approvazione*) evidenzia che l'area in esame non è inserita in aree perimetrate a rischio e pericolo frane ed alluvionamento (Fig. 1).

Fig. 1- Stralcio della cartografia del P.A.I.



IV. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Con riferimento allo stralcio della *Carta Geologica della Regione Marche (Regione Marche - Servizi Informazioni Territoriali)* Tav. 4 ed in base al controllo della geologia effettuato vengono descritti i vari litotipi rinvenuti distinti per unità delle coperture e del substrato.

Unità della copertura

- **Accumulo di frana (MUSa1):** misto di limi, sabbie ed argille in disposizione caotica;

- **Depositi eluvio-colluviali (MUSb2):** misto di limi, sabbie ed argille inglobanti frammenti lapidei spigolosi o arrotondati con sottili livelli sabbioso-limosi. Questi sono originati da processi di alterazione in situ della roccia madre oppure da erosione e breve trasporto lungo i versanti; riempiono per lo più gli impluvi di piccole vallecole o caratterizzano il raccordo tra i versanti e i fondovalle.

Unità del substrato

Il substrato dell'area di indagine è caratterizzato dalla presenza dei depositi appartenenti alla *Formazione a Colombacci*. L'unità è costituita prevalentemente da sedimenti argillosi e argilloso-siltosi di colore grigio o nerastro, in strati sottili; vi si rinvengono inoltre strati calcarei micritici biancastri, dello spessore di pochi centimetri, di origine chimica ("*colombacci*" *Auct.*) e livelli di marne nerastre. In tutta l'area di affioramento sono presenti, a diverse altezze stratigrafiche, quattro associazioni distinte in base alla percentuale dei sedimenti presenti. In particolare nel sito in esame sono presenti le seguenti associazioni:

- **Associazione pelitico-arenacea (FCOe):** Sedimenti argillosi e argilloso-siltosi, di colore grigio e/o grigio azzurri, in strati sottili, con intercalazioni discontinue di strati arenacei sottili a granulometria medio-fine. Localmente si rinvengono esigui livelli calcareo-micritici biancastri di origine chimica e/o clastica («*colombacci*» *Auct.*) e livelli di marne nerastre.

- **Associazione arenaceo-pelitica (FCOd):** alternanze di strati medi e spessi di arenarie a granulometria da grossolana a media e strati medi e sottili di peliti laminate grigie. La geometria degli strati arenacei varia da lenticolare a tabulare con strutture interne date da laminazione piano-parallela e incrociata a scala *ripple*. Localmente sono visibili *ripples* simmetrici al tetto degli strati.

In generale gli strati presentano giaciture a traversopoggio con direzione N160°/180°, immersione a W con un angolo compreso tra 25° e 35°.

L'assetto tettonico-strutturale dell'area descritta è regolare; non sono stati infatti riconosciuti disturbi tettonici, quali faglie, sovrascorrimenti, ecc..

V. CENNI IDROLOGICI

Non sono state riconosciute fenomenologie imputabili all'azione localizzata delle acque correnti superficiali se non quelle presenti lungo le aste fluviali.

Il deflusso delle acque meteoriche è garantito dalla presenza di fossi senza toponomastica affluenti di destra del Torrente Salino.

L'idrogeologia generale dell'area è legata alle associazioni litologiche del substrato e alla sovrastante coltre colluviale.

Dal punto di vista della permeabilità, i terreni rinvenuti nell'area di studio possono essere così considerati:

Unità della copertura

- a) ***complesso dei depositi eluvio-colluviali***: sono terreni a permeabilità variabile, sia laterale sia verticale, dovuta all'eterogeneità litologica in quanto costituiti da commistioni di limi, argille e sabbie in diverse proporzioni e pertanto si possono classificare come terreni a permeabilità da bassa a molto bassa, con valori compresi tra 10^{-6} cm/s e 10^{-7} cm/s (dati ricavabili in bibliografia);

Unità del substrato

- b) ***complesso idrogeologico della Formazione a Colombacci***: costituito da argille e argille marnoso-siltose con permeabilità complessivamente ***molto-bassa*** e da arenarie variamente cementate che sono permeabili per porosità primaria e per fratturazione. La porzione argilloso-marnosa è da considerare ***impermeabile***.

La copertura detritica, permette alle acque meteoriche una buona infiltrazione mentre il substrato argilloso meno permeabile si comporta da acquiclude consentendo la possibile formazione di falde locali, che presentano un regime stagionale legato all'andamento delle precipitazioni meteoriche.

Nel corso delle indagini geognostiche in situ non sono state rinvenute percolazioni idriche di alcun genere.

VI. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE MEDIE (F_M)

La situazione stratigrafica locale è stata ottenuta dall'interpretazione delle prove penetrometriche (Allegato 1), dall'interpretazione dei dati geofisici (Allegato 2 e 3) e dalla visione degli affioramenti presenti nelle immediate vicinanze. I coefficienti geotecnici di campagna e medi (M) di seguito riportati sono stati desunti dall'interpretazione delle prove penetrometriche e dalla letteratura tecnica esistente.

Dalla sezione litostratigrafica di Tav. 5 si possono osservare i seguenti tipi di terreno:

a – Terreno vegetale e riporto recente: costituito da limo argilloso-sabbioso di colore marrone ricco di materiale organico e di materiale arido per sottofondo stradale per uno spessore massimo di 0.6m;

b - Depositi colluviali: formati da limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti, di colorazione nocciola. Tale litotipo è stato rinvenuto in tutte le verticali indagate con uno spessore variabile tra 1.80m in P.1 e 1.20m in P.2. Le caratteristiche fisico-meccaniche medie (M) proposte possono essere così riassunte:

<i>limo argilloso-sabbioso</i>		<i>Parametri di campagna</i>		<i>Parametri medi (M)</i>					
		<i>P1</i>	<i>P.2</i>	<i>media (M)</i>		<i>U. M.</i>		<i>U. M.</i>	
<i>Peso Volume</i>	γ	1.72	1.75	γ_M	1.74	g/cm ³	#	17.01	kN/m ³
<i>Peso Volume Saturo</i>	γ_{sat}	1.87	1.88	γ_{satM}	1.88	g/cm ³	#	18.39	kN/m ³
<i>Coesione non drenata</i>	<i>cu</i>	0.31	0.36	<i>cu_M</i>	0.34	kg/cm ²	#	32.85	kPa
<i>Modulo edometrico</i>	<i>E_{ed}</i>	45.1	51.8	<i>E_{edM}</i>	48.5	kg/cm ²	#	4.75	MPa
<i>Angolo d'attrito</i>	φ'	23.0	23.6	φ'_M	23.3	gradi	#	23.3	gradi
<i>Coesione drenata</i>	<i>c'</i>	0.02	0.03	<i>c'_M</i>	0.03	kg/cm ²	#	2.63	kPa
<i>Modulo di taglio</i>	<i>G_o</i>	192	210	<i>G_{oM}</i>	201	kg/cm ²	#	19.7	MPa
<i>Coefficiente di Poisson</i>	ν	0.35	0.34	ν	0.35		#	0.35	

c – Substrato: costituito da strati di argille siltoso-marnose e da argille marnoso-siltose di colore grigio-azzurro consistenti intervallati da strati medio-spessi di arenarie e/o sabbie molto addensate giallastre. Tale litotipo è da riferirsi all'Ass. pelitico-arenacea dei depositi appartenenti alla *Formazione a colombacci* e costituisce il locale bed-rock basale. La porzione di tetto si presenta alterata, come evidenziato dalle prove

penetrometriche eseguite. Le caratteristiche fisico-meccaniche medie (M) proposte di tale litotipo possono essere così riassunte:

<i>argilla marnosa alterata</i>		Parametri di campagna		Parametri medi (M)					
		P.1	P.2	media (M)		U. M.		U. M.	
Peso Volume	γ	2.05	2.04	γ_M	2.05	g/cm ³	#	20.05	kN/m ³
Peso Volume Saturo	γ_{sat}	2.15	2.15	γ_{satM}	2.15	g/cm ³	#	21.08	kN/m ³
Coesione non drenata	c_u	0.98	0.96	c_{uM}	0.97	kg/cm ²	#	95.12	kPa
Modulo edometrico	E_{ed}	139.6	136.7	E_{edM}	138.2	kg/cm ²	#	13.55	MPa
Angolo d'attrito	φ'	23.9	23.8	φ'_M	23.8	gradi	#	23.8	gradi
Coesione drenata	c'	0.08	0.08	c'_M	0.08	kg/cm ²	#	7.61	kPa
Modulo di taglio	G_o	390	385	G_{oM}	387	kg/cm ²	#	38.0	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	0.33	0.33	ν	0.33		#	0.33	

<i>argilla marnosa</i>		Parametri di campagna		Parametri medi (M)					
		P.1	P.2	media (M)		U. M.		U. M.	
Peso Volume	γ	2.10	2.10	γ_M	2.10	g/cm ³	#	20.59	kN/m ³
Peso Volume	γ_{sat}	2.20	2.20	γ_{satM}	2.20	g/cm ³	#	21.57	kN/m ³
Coesione non drenata	c_u	2.92	2.93	c_{uM}	2.93	kg/cm ²	#	286.84	kPa
Modulo edometrico	E_{ed}	412.4	404.2	E_{edM}	408.31	kg/cm ²	#	40.04	MPa
Angolo d'attrito	φ'	26.5	26.6	φ'_M	26.5	gradi	#	26.5	gradi
Coesione drenata	c'	0.23	0.23	c'_M	0.23	kg/cm ²	#	22.95	kPa
Modulo di taglio	G_o	759	761	G_{oM}	760	kg/cm ²	#	74.55	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	0.30	0.30	ν	0.30		#	0.30	

VII. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI (F_K)

Nel presente paragrafo sono quantificati i parametri caratteristici (F_K) dei litotipi rilevati nel sito di progetto, sui quali si applicano i coefficienti di sicurezza parziali (CP) in funzione dello stato limite considerato nelle verifiche allo S.L.U.

L'eurocodice 7 ed il D.M. 17.01.2018 fissano, per i parametri geotecnici del terreno, in particolare di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore "X" uguale a -1,645.

Da cui:

$$\begin{aligned}\phi'k &= \phi'm \cdot (1 + X \cdot V\phi) = \phi'm \cdot (1 - 1,645 \times V\phi^\circ) \\ c'k &= c'm \cdot (1 + X \cdot Vc) = c'm \cdot (1 - 1,645 \times Vc^\circ)\end{aligned}$$

($^\circ$) = coefficiente di variazione = rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori

La deviazione standard si esplicita nella forma a 3 variabili:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N t_i^2}{N} - \left(\bar{t}\right)^2}$$

I parametri geotecnici caratteristici (F_K) possono essere ricavati applicando la deviazione standard partendo dai dati di campagna riportati nel paragrafo precedente.

VIII. VITA NOMINALE (V_N)

Il D.M. 17.01.2018 prevede che la vita nominale di un'opera strutturale V_N sia intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC-18.

Tab. 2.4.I delle NTC-18 – Vita nominale

TIPI DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE V_N (IN ANNI)
1	OPERE PROVVISORIE – OPERE PROVVISORIALI – STRUTTURE IN FASE COSTRUTTIVA	≤ 10
2	OPERE ORDINARIE, PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI DIMENSIONI CONTENUTE O DI IMPORTANZA NORMALE	≥ 50
3	GRANDI OPERE, PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI GRANDI DIMENSIONI O DI IMPORTANZA STRATEGICA	≥ 100

Nel nostro caso abbiamo una **Tipologia di costruzione 2 con Vita nominale $V_N \geq 50$ anni.**

IX. CLASSI D'USO (C_U)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così definite:

CLASSE I	COSTRUZIONI CON PRESENZA SOLO OCCASIONALE DI PERSONE, EDIFICI AGRICOLI
CLASSE II	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA NORMALI AFFOLLAMENTI, SENZA CONTENUTI PERICOLOSI PER L'AMBIENTE E SENZA FUNZIONI PUBBLICHE E SOCIALI ESSENZIALI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ NON PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI, RETI VIARIE NON RICADENTI IN <i>CLASSE D'USO III E IV</i> , RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE NON PROVOCCHI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE IL CUI COLLASSO NON PROVOCCHI CONSEGUENZE RILEVANTI
CLASSE III	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA AFFOLLAMENTI SIGNIFICATIVI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE EXTRAURBANE NON RICADENTI IN <i>CLASSE D'USO IV</i> , RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE PROVOCCHI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE RILEVANTI PER LE CONSEGUENZE DI UN LORO EVENTUALE COLLASSO
CLASSE IV	COSTRUZIONI CON FUNZIONI PUBBLICHE O STRATEGICHE IMPORTANTI, ANCHE CON RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLA PROTEZIONE CIVILE IN CASO DI CALAMITÀ. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PARTICOLARMENTE PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE DI TIPO A E B, DI CUI AL D.M. 5 NOVEMBRE 2001 N. 6792 "NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE", E DI TIPO C QUANDO APPARTENENTI AD ITINERARI DI COLLEGAMENTO TRA CAPOLUOGHI DI PROVINCIA NON ALTRESÌ SERVITI DA STRADE DI TIPO A O B. PONTI E RETI FERROVIARIE DI IMPORTANZA CRITICA PER IL MANTENIMENTO DELLE VIE DI COMUNICAZIONE, PARTICOLARMENTE DOPO UN EVENTO SISMICO. DIGHE CONNESSE AL FUNZIONAMENTO DI ACQUEDOTTI E A IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Nel nostro caso ricadiamo in **Classe II**

X. VITA DI RIFERIMENTO (V_R)

La vita di riferimento di ciascuna costruzione viene valutata in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del Coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. 2.4.II delle NTC-18.

Tab. 2.4.II delle NTC-18

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1	1.5	2

La vita di riferimento per il nostro caso è uguale a $V_R = 50 * 1.0 = 50$ ANNI.

XI. AZIONE SISMICA

i. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'

Il Comune di Gualdo MC è classificato in **Zona Sismica 2** in base alla classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 25 marzo 2003.

Per tale zona sismica si associa un valore di $A_{(g)}$, accelerazione orizzontale al suolo espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g) pari a:

ZONA	$A_{(g)}$ d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	$A_{(g)}$ con probabilità di superamento della soglia pari al 10% in 50 anni
2	0,25	0,15÷0,25

ii. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti i valori di V_s che possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per terreni a grana grossa e le prove statiche.

La classificazione del suolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiori a 800 m/s

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II riportata nel *D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni* (Tabella sotto allegata).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (T.U. Norme tecniche per costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, a partire dal piano campagna, tramite il discrimine delle differenti “ $V_{s,eq}$ ”. La classificazione del suolo è stata effettuata mediante i dati estrapolati dall'esecuzione dell'indagine geofisica MASW (Allegato 2). Secondo la parametrizzazione effettuata, con una velocità mediata delle onde di taglio $V_{seq} = 375$ m/sec, discerniamo una **tipologia di suolo “B”**.

Si precisa che il valore delle Vs equivalenti e di conseguenza anche la categoria di suolo può variare al variare della profondità di imposta del piano fondale.

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 PARI A 3 M.
B.	ROCCE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MOLTO CONSISTENTI CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE 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 SUPERIORI A 30M, 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 .
D.	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA SCARSAMENTE ADDENSATI O DI TERRENI A GRANA FINA SCARSAMENTE CONSISTENTI, CON PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO SUPERIORI A 30M, CARATTERIZZATI DA UN MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE COMPRESI TRA 100 M/S E 180 M/S .
E.	TERRENI CON CARATTERISTICHE E VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE RICONDUCEBILI A QUELLE DEFINITE PER LE CATEGORIE C E D , CON PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO NON SUPERIORE A 30M

iii. **AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (S_T).**

Il D.M. 17.01.2018 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ($S_T \geq 1$) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

<i>Categoria topografica</i>	α	<i>Ubicazione dell'opera</i>	S_T
T1	α	-	1.0
T2 <i>Pendii o rilevati isolati</i>	$\alpha > 15$	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	1.2
T3 <i>Rilievo con larghezza alla sommità molto inferiore a quella alla base</i>	$15 < \alpha < 30$	<i>In corrispondenza della cresta del pendio</i>	1.2
T4	$\alpha > 30$	<i>In corrispondenza della cresta del pendio</i>	1.4

α = inclinazione media del versante.

Per l'area di progetto, con “ α ” (MEDIO) < 15° gradi, si ha una categoria topografica **T1** con $S_T = 1,000$.

iv. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA (S_s).

Il D.M. 17.01.2018 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione stratigrafica venga introdotto un coefficiente (S_s) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Il fattore di amplificazione stratigrafica S_s , può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e $A_{(g)}$ /g mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante nelle quali:

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale.
 $A_{(g)}$ = accelerazione orizzontale massima al suolo del terreno riscontrabile su sito di riferimento rigido orizzontale.
 g = accelerazione di gravità.

Categoria suolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,50$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,60$

Per l'area di progetto, con una categoria di suolo **B**, abbiamo: $S_s =$

operatività (SLO)	danno (SLD)	salvaguardia (SLV)	collasso (SLC)
1,200	1,200	1,200	1,170

v. VALORI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

L'ordinanza della P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 s.m.i., nell'allegato "b", definisce i valori standard di $A_{(g)}$ (SLV) e relative variabili: operatività (SLO), danno (SLD) e collasso (SLC) calcolati su griglia con passo 0,02°, in relazione alle coordinate geografiche dell'area di riferimento (latitudine e longitudine) su base in scala 1:10.000.

Nel seguito sono restituiti i relativi valori specifici per il "sito di progetto":

Sito	Longitudine (est)	Latitudine (nord)	operatività (SLO)	danno (SLD)	salvaguardia (SLV)	collasso (SLC)
1	13,358496	43,067314	0,058g	0,073g	0,177g	0,229g

vi. ACCELERAZIONE MASSIMA IN SUPERFICIE

La massima accelerazione, a_{max} , usata nell'analisi quantitativa delle verifiche, è l'accelerazione orizzontale massima su un suolo rigido di categoria "A" corretta alle amplificazioni locali.

L'accelerazione di picco al suolo, in assenza di analisi specifica delle risposta sismica locale (microzonazione), può essere calcolata secondo la relazione proposta dal D.M. 17 gennaio 2018:

$$a_{max} = a_g \times S = a_g \times (S_s \times S_t)$$

con "S" coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e della amplificazione topografica (S_t), mentre A_g è l'accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido.

L'accelerazione massima (a_{max}) risulta pari a:

Amax (SLO)	Amax (SLD)	Amax (SLV)	Amax (SLC)
0.681 m/sec ²	0.853 m/sec ²	2.087 m/sec ²	2.632 m/sec ²
0.069 g	0.087 g	0.213 g	0.268 g

XII. MISURE HVSR

Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno e individuare la frequenza fondamentale (f_0) di questa vibrazione. Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra f_0 , lo spessore della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il bed-rock) e la velocità media (V_s) delle onde simiche nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi con antenna), attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato.

Questa è una metodologia finalizzata alla determinazione della funzione di amplificazione utilizzando il rumore ambientale passivo anziché onde sismiche generate artificialmente. Lo strumento utilizzato, a stazione singola, è il TROMINO®.

L'acquisizione del segnale, che in questo caso è rappresentato dal rumore di fondo, avviene tramite un sensore a tre elementi (verticale, E-W e N-S) caratterizzati da frequenza di vibrazioni proprie molto basse ($f = 1-2$ Hz) per acquisire meglio le frequenze più basse di primario interesse ingegneristico.

La prova sismica passiva a stazione singola HVSR mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova,

comunemente nota anche con il termine H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali, H e verticale, V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

Questo metodo è basato sul calcolo dei rapporti spettrali tra la componente verticale e quelle orizzontali (H/V), e consente di determinare la frequenza di risonanza di un sito utilizzando esclusivamente il rumore ambientale di fondo (microtremori, rumore di fondo a bassa frequenza).

Nel seguito sono tabulati le Frequenze fondamentali di risonanza e relativa Ampiezza (F_0 ed A_0), nonché le Frequenze secondarie e relativa Ampiezza (F_1 ed A_1), secondo quanto specificato dalla normativa e dalle Linee Guida Regionali, nell'intervallo di campionamento d'interesse ingegneristico tra 0Hz e 20Hz ed Ampiezza superiore a 1, ricordando che la frequenza di risonanza fondamentale è quella relativa alla frequenza più bassa.

Le elaborazioni sono visibili in Allegato 4 e sotto riassunte in forma tabellare

MISURA ESEGUITA				
<i>N. ORDINE</i>	<i>F₀</i>	<i>A₀</i>	<i>F₁</i>	<i>A₁</i>
<i>G.1</i>	<i>1.1</i>	<i>3.6</i>	<i>4.3</i>	<i>3.3</i>

XII. CONCLUSIONI

Lo studio eseguito nell'area di indagine ha permesso di trarre quanto segue:

1. l'area in esame è morfologicamente stabile in quanto non sono presenti aree interessate da fenomeni morfogenetici in atto o potenziali;
2. rilevamenti eseguiti hanno evidenziato che il sito oggetto dei lavori è caratterizzato dalla presenza di un substrato con buone caratteristiche geomeccaniche nella porzione integra, ascrivibile alla Formazione a colombacci (Ass. pelitico-arenacea), ricoperto da una coltre con spessori variabili come evidenziato dalle prove eseguite;

3. le opere da realizzare non modificheranno in nessun modo il regime idrogeologico esistente non avendosi alcuna interferenza tra la falda (non rilevata) e le strutture fondali;
4. una particolare attenzione dovrà essere rivolta al drenaggio delle acque meteoriche e di quelle provenienti dagli scarichi attorno alla struttura che dovranno essere canalizzate in modo da essere allontanate dalla zona in esame; variazioni del contenuto di umidità nei terreni di sedime della costruzione possono alterare le attuali caratteristiche geomeccaniche;
5. l'analisi sismica condotta ha consentito di definire le seguenti parametrizzazioni sismiche, ottenute dalla media ponderata dei metodi utilizzati (Allegato 4):

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: $V_R = 50$ ANNI			
CATEGORIA DI SUOLO = "B"			
ZONA SISMICA: "2"			
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA: CATEGORIA TOPOGRAFICA T1 CON $S_T = 1,000$			
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA: $S_S =$			
operatività (SLO)	danno (SLD)	salvaguardia (SLV)	collasso (SLC)
1,200	1,200	1,200	1,170

Coefficienti Sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,200	1,200	1,200	1,170
Cc	1,420	1,410	1,360	1,360
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,014	0,017	0,051	0,075
Kv	0,007	0,009	0,026	0,038
Amax	0,681	0,853	2,087	2,632
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

6. il presente elaborato è stato redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e costituisce la relazione geologica specialistica. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva; differendo, di conseguenza differisce il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore;

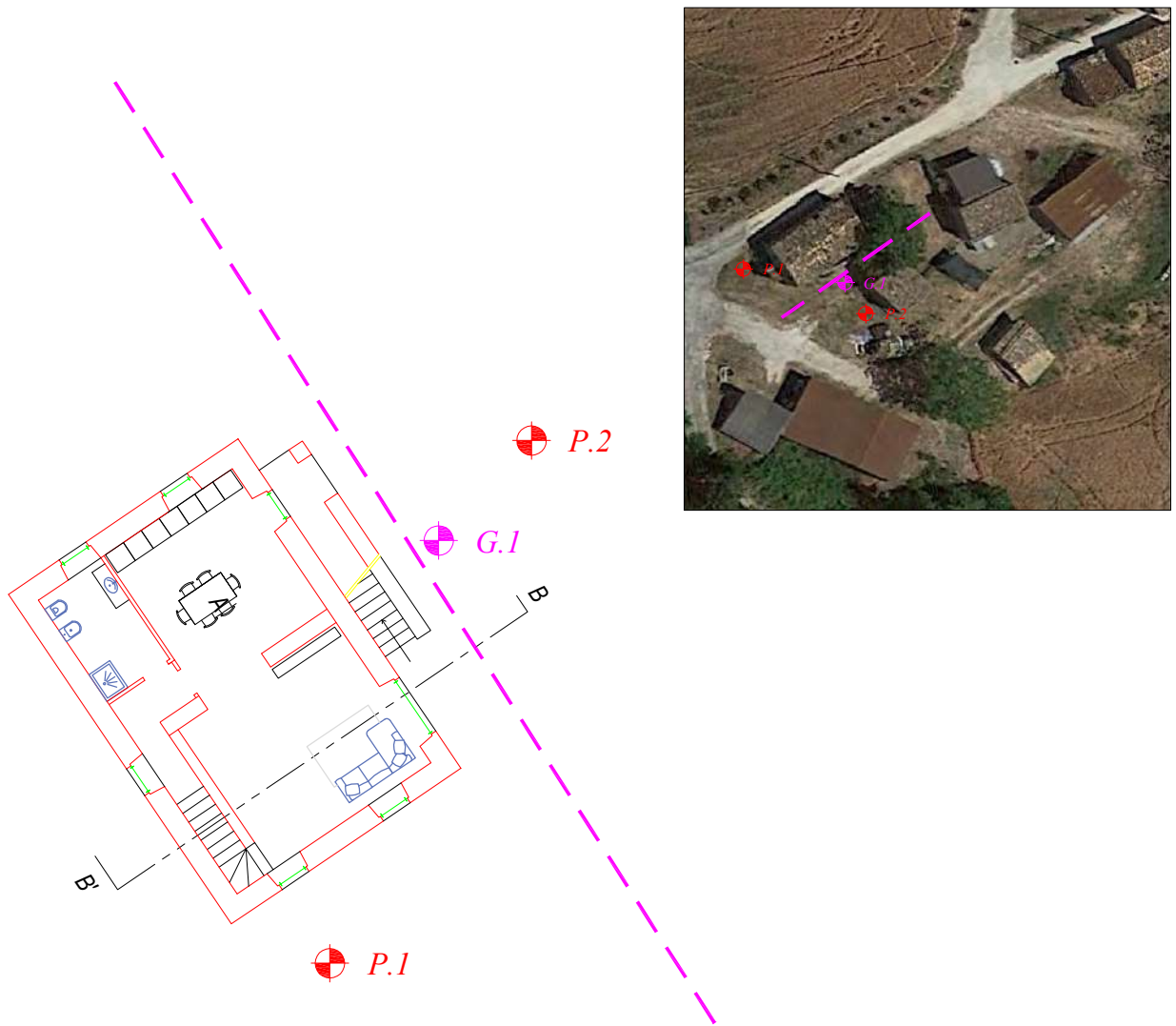
7. nel caso in cui si generino “*materiali da scavo*”, come definito all’Art. 1 comma 1 punto b del D.M. n.161 del 10/08/12 il materiale movimentato dovrà essere rispondente alle norme previste dal D.P.R. 13 giugno 2017 n.120 “*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del Decreto Legge 12 settembre 2014 n°133, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014 n°164*”.

Lo scrivente resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Sarnano agosto 2022

Il tecnico incaricato
Geol. LUCARELLI Costantino

Tav. 1



Stralcio di progetto

pianta piano terra in scala 1:200



P.1 - P.2 Ubicazione prove penetrometriche



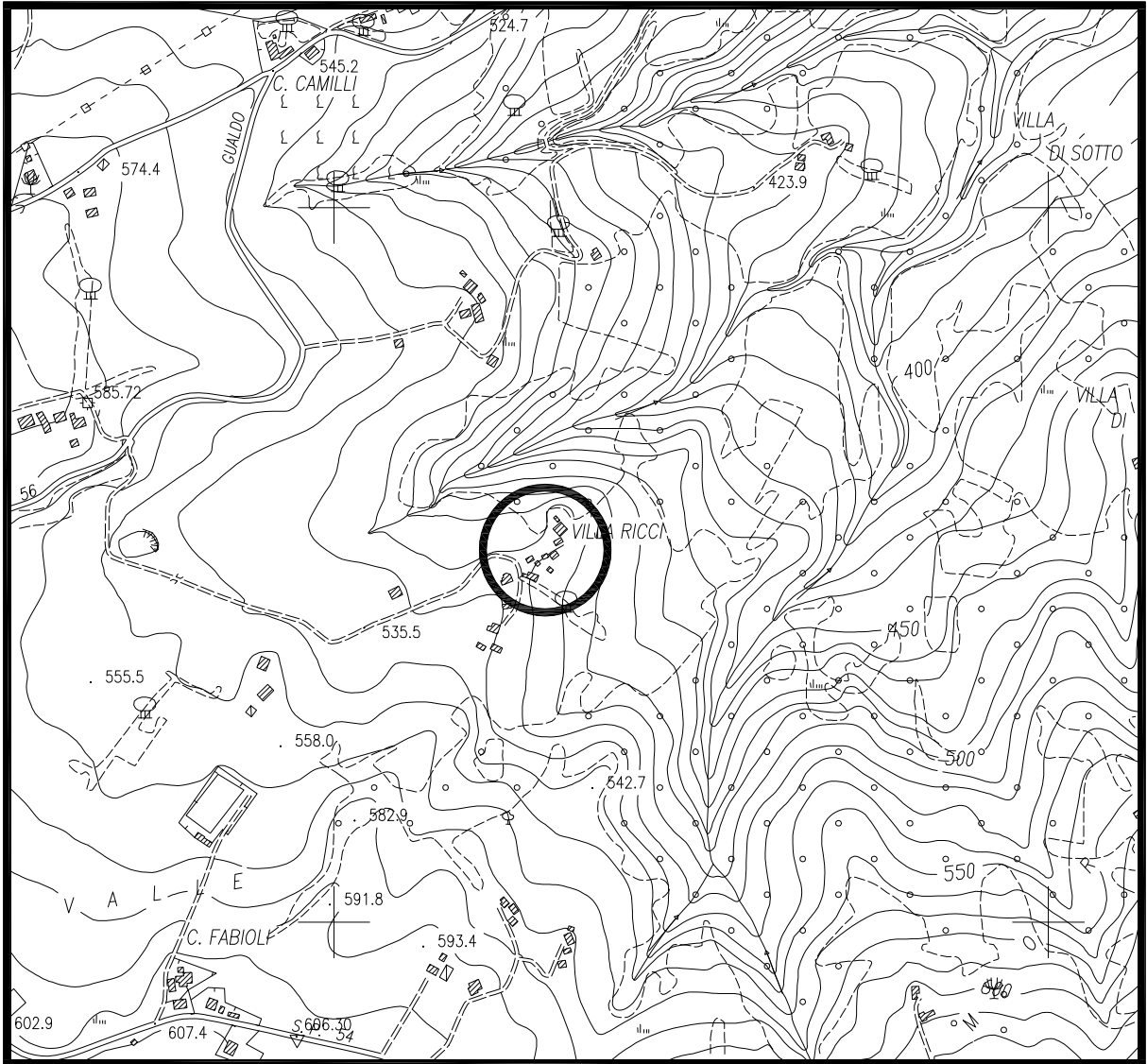
G Ubicazione misura HVSR



Ubicazione stendimento MASW



Tav. 2



Corografia

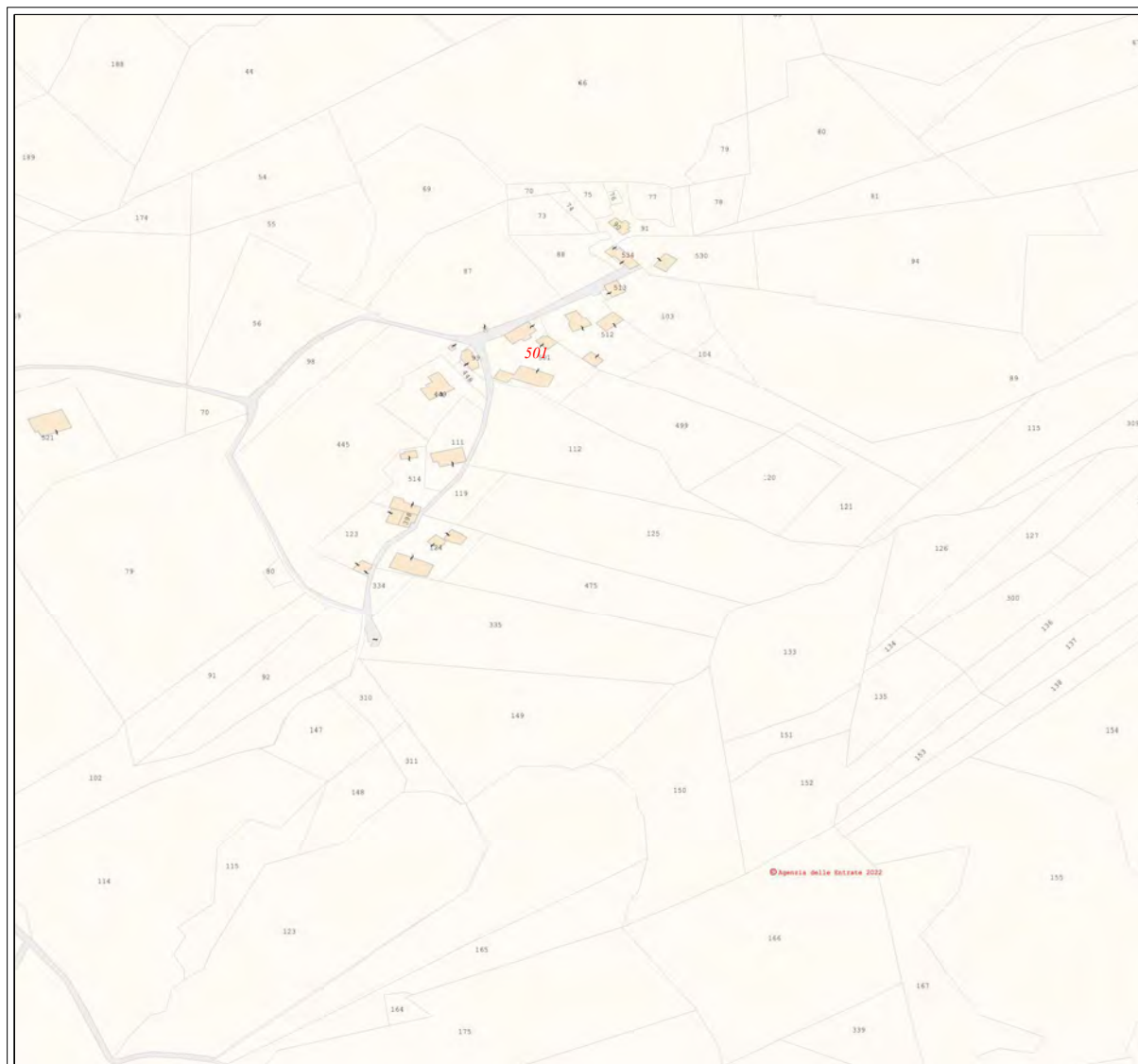
*Carta Tecnica Regionale
Foglio n°314 - Montegiorgio
Sezione n°314090 - Gualdo
in scala 1:10.000*



Area in esame

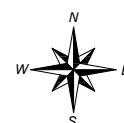


Tav. 3



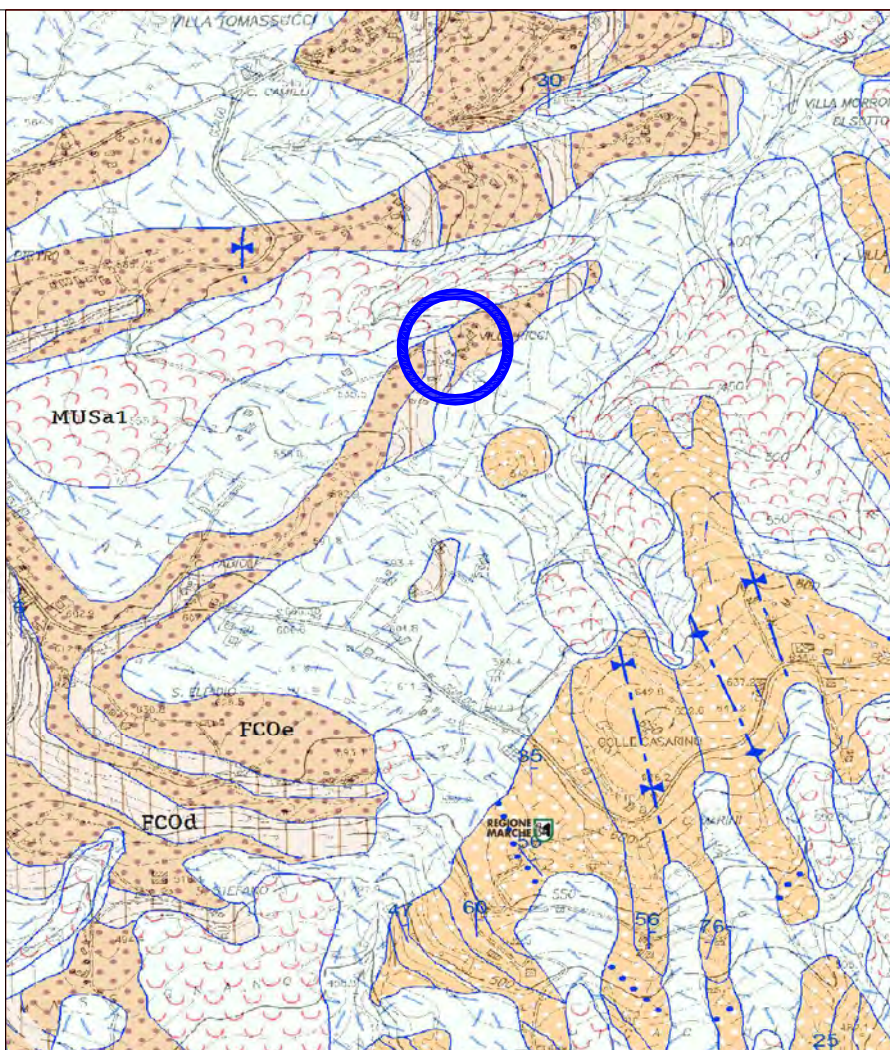
Planimetria Catastale

*Mappa catastale del
Comune di Gualdo MC
Foglio n°11 particella n°501
in scala 1:2.000*



Tav. 4

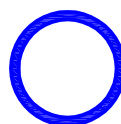
LEGENDA GEOLOGICA	
DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI VERSANTE MARCHIGIANO	
SISTEMA DEL MUSONE (GLOCENE)	
	MUSa1 Frane in evoluzione
	MUSa1e Frane senza indizi di evoluzione
	MUSb2 Depositi eluvio colluviali
	MUSb Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)
	MUSbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
SISTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)	
	MT1bn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA	
SUCCESSIONE PLOGENICA	
	FAA FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Zancleano p.p. - Santerniniano
	FAA3c FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro dello Spungone litofacies Zancleano p.p. - Santerniniano
SUCCESSIONE MIOCENICA	
	FCOc FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies arenacea Messiniano p.p.
	FCOd FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies arenaceo-pellica Messiniano sup.
	FCOe FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies pellico-arenacea Messiniano sup.
	LAG3 FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico Messiniano p.p.
	LAG3c FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies arenacea Messiniano p.p.
	LAG3d FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies arenaceo-pellica Messiniano p.p.
	LAG3e FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies pellico-arenacea Messiniano p.p.
	LAG2 FORMAZIONE DELLA LAGA Membro evaporitico Messiniano p.p.
	Linea guida (ca)
	Contatto stratigrafico e/o litologico
	Contatto stratigrafico incrinato
	Faglia
	Faglia diretta
	Sovrascorrimento principale
	Stratificazione dritta
	Stratificazione orizzontale dritta
	Stratificazione rovesciata
	Elemento lineare primario
	Traccia di superficie assiale di anticlinale
	Traccia di superficie assiale di sinclinale



Stralcio della "Carta Geologica" Regione Marche Informazioni Territoriali

in scala 1:10.000

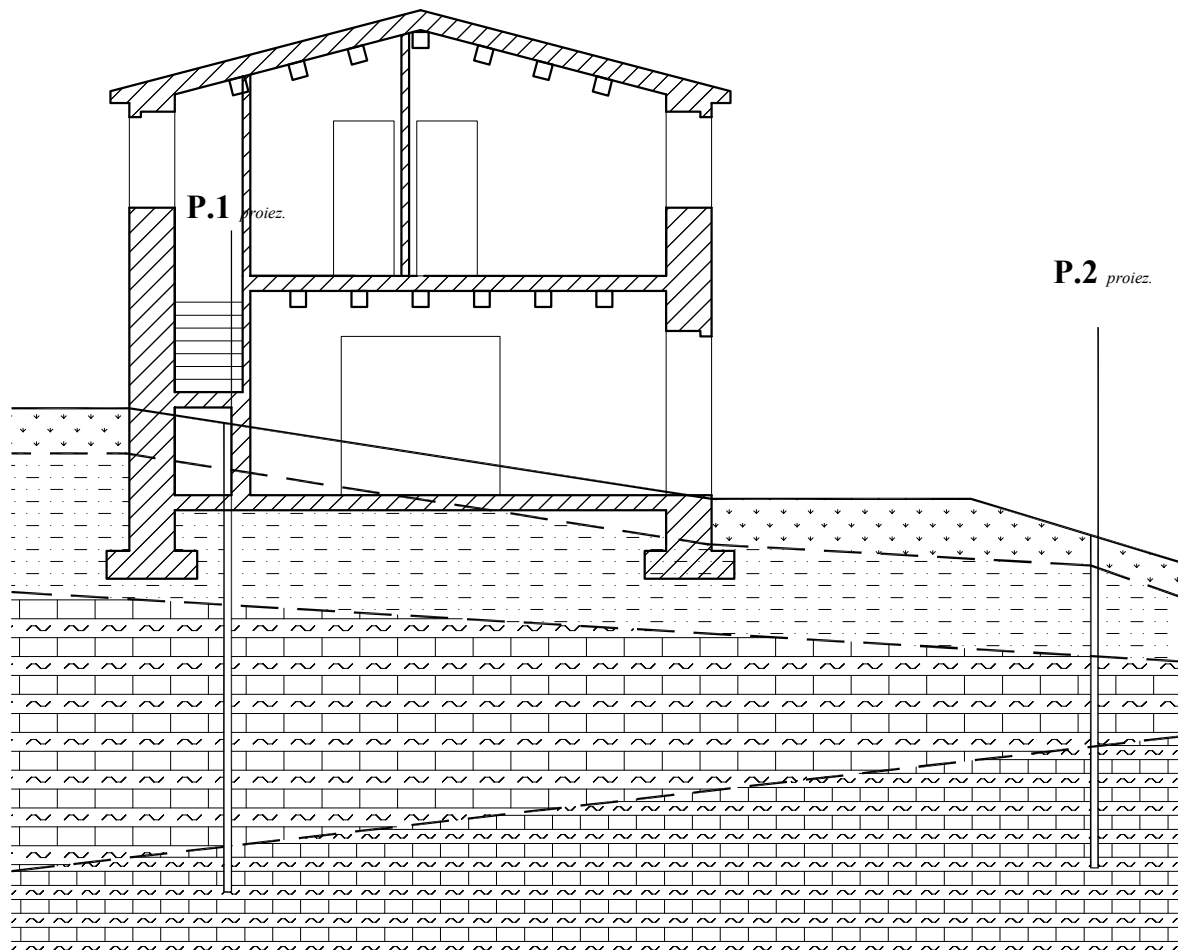
Area in esame



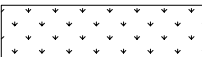
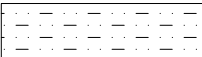
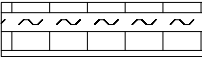
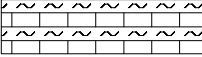
Tav. 5

Sezione litostratigrafica schematica

su sezione B - B' in scala 1:100



Legenda

-  *terreno vegetale*
-  *limo argilloso-sabbioso*
-  *argilla marnosa alterata*
-  *argilla marnosa*

ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Geo-Sondaggi s.A.s

di Caponi M. & C.

Indagini Geognostiche e Prospezioni Sismiche

Sede: Via Campiglia-25-62015 MONTE SAN GIUSTO (MC)

Reg. Imp. Cod. Fisc. e Part. IVA 01738660438

Committente: Zavaglini Giuseppe
Localita': Valle 13 - Gualdo MC

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

P.1



P.2



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... *scpt ecc.*)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

P.I

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 19-05-2022

Profondita' prova 9.20 mt

Falda non rilevata

RIFITUO STRUMENTALE 9.30 MT

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	14	0.805	118.36	147.10	5.92	7.36
0.40	9	0.851	80.45	94.57	4.02	4.73
0.60	5	0.847	40.84	48.22	2.04	2.41
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	5	0.817	36.41	44.55	1.82	2.23
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	12	0.806	80.10	99.38	4.01	4.97
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	7	0.796	43.10	54.15	2.16	2.71
4.20	7	0.794	42.98	54.15	2.15	2.71
4.40	8	0.791	48.98	61.88	2.45	3.09
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	14	0.733	74.47	101.60	3.72	5.08
5.40	11	0.781	62.35	79.83	3.12	3.99
5.60	11	0.779	58.57	75.18	2.93	3.76
5.80	18	0.727	89.47	123.01	4.47	6.15
6.00	19	0.725	94.20	129.85	4.71	6.49
6.20	18	0.724	89.03	123.01	4.45	6.15
6.40	20	0.722	98.69	136.68	4.93	6.83
6.60	15	0.720	69.78	96.87	3.49	4.84
6.80	17	0.719	78.91	109.78	3.95	5.49
7.00	19	0.717	88.00	122.70	4.40	6.13
7.20	26	0.666	111.76	167.90	5.59	8.40
7.40	27	0.664	115.80	174.36	5.79	8.72
7.60	25	0.663	101.41	153.02	5.07	7.65
7.80	32	0.611	119.73	195.87	5.99	9.79
8.00	32	0.610	119.46	195.87	5.97	9.79
8.20	30	0.659	120.93	183.63	6.05	9.18
8.40	38	0.607	141.24	232.59	7.06	11.63
8.60	36	0.606	126.90	209.42	6.35	10.47
8.80	39	0.555	125.85	226.87	6.29	11.34
9.00	40	0.553	128.79	232.69	6.44	11.63
9.20	42	0.552	134.94	244.33	6.75	12.22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.1

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Meyerhof	1.72
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Meyerhof	2.05
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Meyerhof	2.10

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Meyerhof	1.87
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Meyerhof	2.15
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Meyerhof	2.20

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Terzaghi-Peck	0.31
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Terzaghi-Peck	0.98
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Terzaghi-Peck	2.92

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	45.14
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	139.59
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	412.42

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Apollonia	42.50
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Apollonia	135.10
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Apollonia	402.60

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Shioi-Fukuni (1982)	22.98
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Meyerhof (1956)	23.86
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Meyerhof (1956)	26.5

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	Crespellani e	192.21
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	Crespellani e	389.63
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	Crespellani e	759.27

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

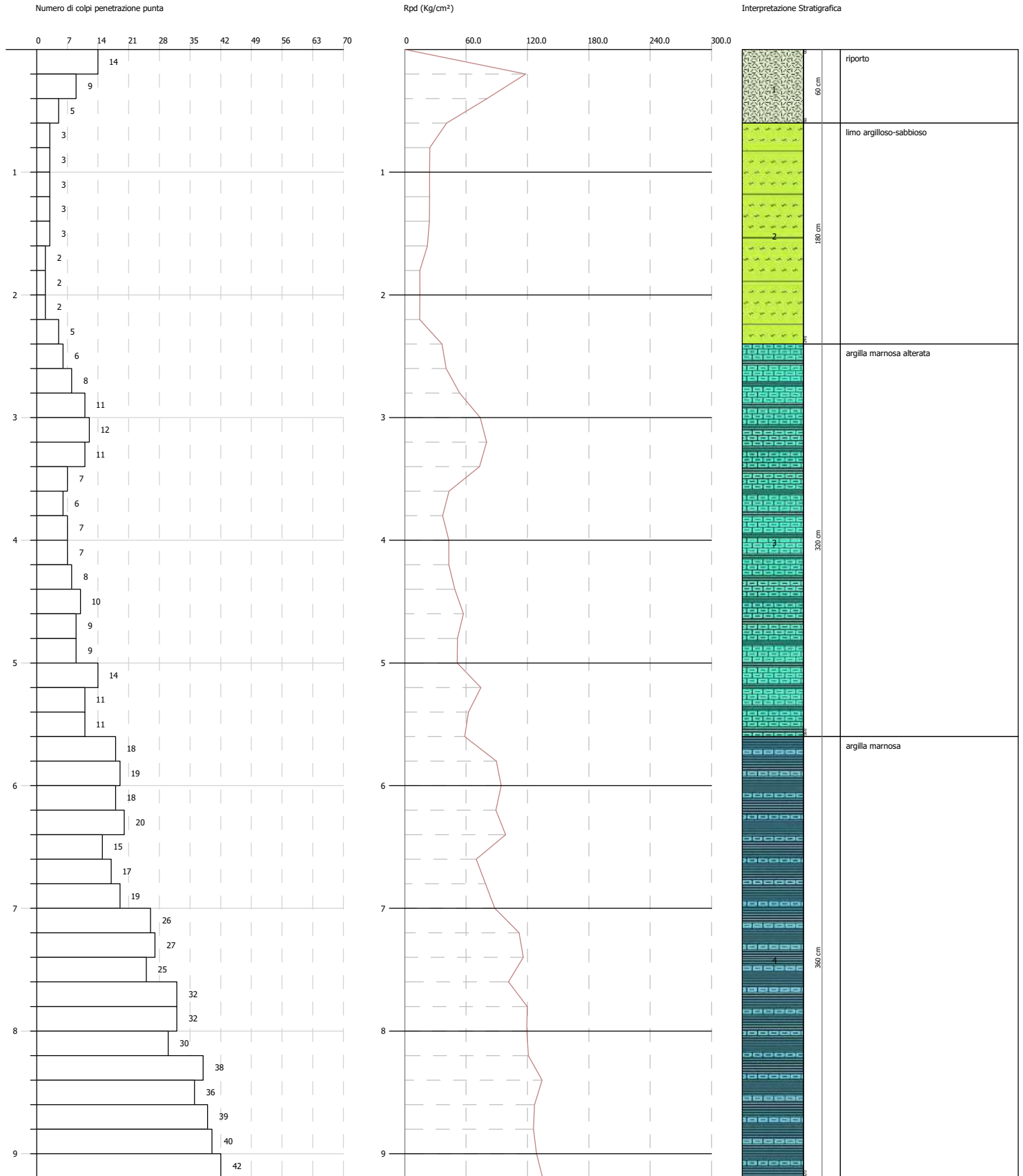
email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	(A.G.I.)	0.33
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	(A.G.I.)	0.30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.25	0.60-2.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.51	2.40-5.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) argilla marnosa	40.26	5.60-9.20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE



P.2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 19-05-2022

Profondita' prova 4.40 mt

Falda non rilevata

RIFITUO STRUMENTALE 4.50 MT

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	6	0.855	53.88	63.04	2.69	3.15
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	13	0.776	89.93	115.84	4.50	5.79
2.00	15	0.773	103.35	133.66	5.17	6.68
2.20	6	0.820	43.85	53.47	2.19	2.67
2.40	5	0.817	36.41	44.55	1.82	2.23
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	9	0.811	60.48	74.54	3.02	3.73
3.00	17	0.759	106.81	140.79	5.34	7.04
3.20	15	0.756	93.91	124.23	4.70	6.21
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	33	0.651	166.15	255.27	8.31	12.76
3.80	37	0.648	185.59	286.21	9.28	14.31
4.00	32	0.646	159.91	247.54	8.00	12.38
4.20	35	0.644	174.28	270.74	8.71	13.54
4.40	39	0.591	178.43	301.69	8.92	15.08

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.2

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Meyerhof	1.75
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Meyerhof	2.04
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Meyerhof	2.10

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Meyerhof	1.88
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Meyerhof	2.15
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Meyerhof	2.20

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Terzaghi-Peck	0.36
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Terzaghi-Peck	0.96
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Terzaghi-Peck	2.93

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	51.77
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	136.73
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	414.05

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Apollonia	49.00
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Apollonia	132.30
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Apollonia	404.20

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Shioi-Fukuni (1982)	23.57
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Meyerhof (1956)	23.78
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Meyerhof (1956)	26.55

Modulo di deformazione a taglio dinamico

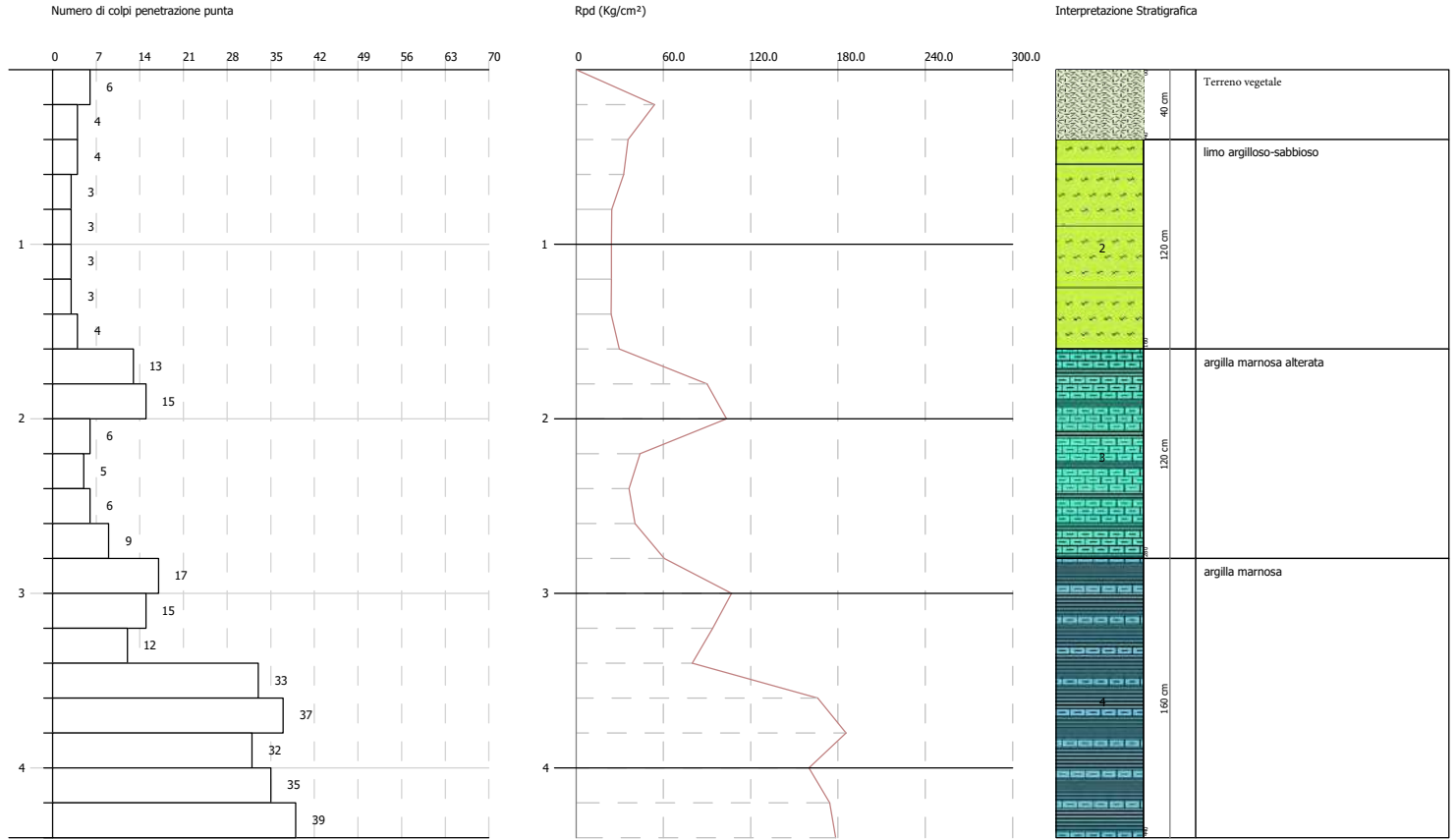
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	Crespellani e	209.67
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	Crespellani e	384.67
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	Crespellani e	761.12

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	(A.G.I.)	0.33
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	(A.G.I.)	0.30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) limo argilloso-sabbioso	4.90	0.40-1.60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) argilla marnosa alterata	13.23	1.60-2.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) argilla marnosa	40.42	2.80-4.40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE



Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

ALLEGATO 2

INDAGINE GEOFISICA MASW

Geo-Sondaggi s.a.s

di Caponi M. & C.

Indagini Geognostiche e Prospezioni Sismiche

Sede: Via Campiglia, 25 - 62015 MONTE SAN GIUSTO (MC)

Reg. Imp. Cod. Fisc. e Part. IVA 01738660438

Caponi Monte

Committente: Zavaglini Giuseppe
Localita': Valle 13 - Gualdo MC



INDAGINE MASW - CENNI TEORICI

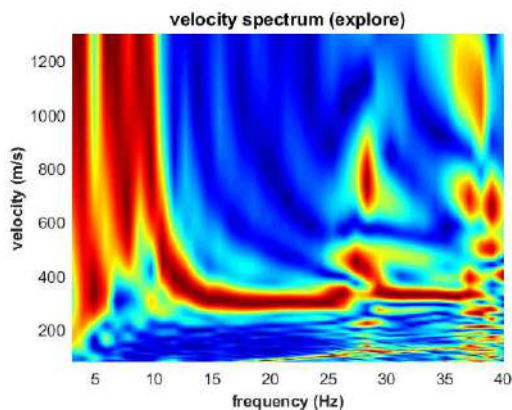
L'acronimo masw (Multichannel Analysis of Surfaces Waves) è l'analisi della dispersione delle onde di superficie nel sottosuolo, da cui si vuole ottenere il profilo Vs.

L'analisi si sviluppa in due passaggi fondamentali:

- Determinazione dello spettro di velocità
- Inversione delle curve di dispersione

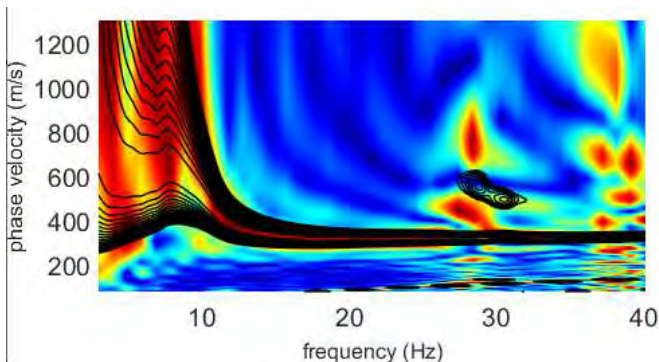
Per la determinazione dello spettro, i dati vengono acquisiti nel dominio del tempo (offset-tempo) per poi essere trasposti nel dominio frequenza velocità. In questo modo è possibile determinare la velocità di ciascuna componente in frequenza.

Esempio di spettro:



Per quanto riguarda l'inversione, da cui si otterrà il profilo delle Vs con la profondità, si effettua l'inversione totale dello spettro per cui si genereranno dei sismogrammi sintetici, dai quali uno spettro di velocità sintetico e di conseguenza il calcolo dell'errore tra lo spettro misurato e quello sintetico.

Esempio di spettro sintetico.



Lo spettro sintetico si traduce in una distribuzione dei modi non determinata manualmente in base alla sola osservazione della curva di dispersione, ma in base al dato reale misurato. Ovviamente quest' ultimo dovrà essere ripulito da disturbi ed essere un segnale che

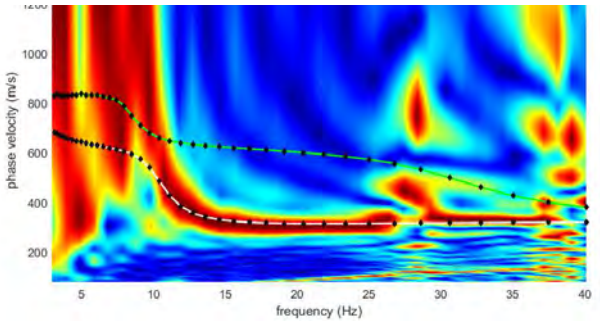
Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 – Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

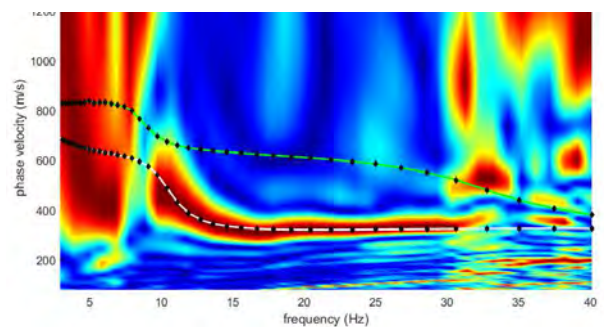
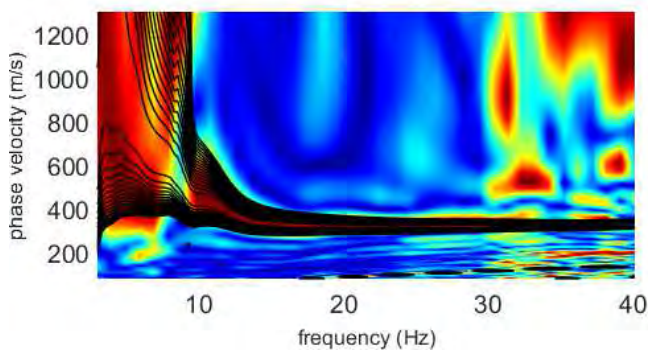
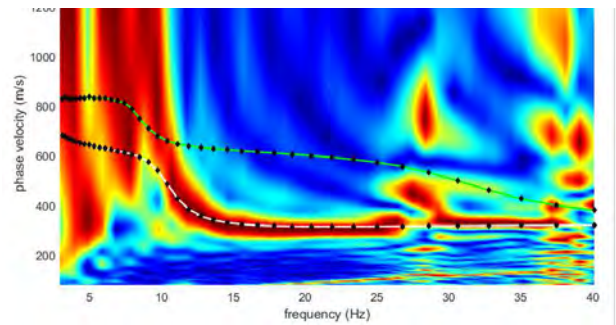
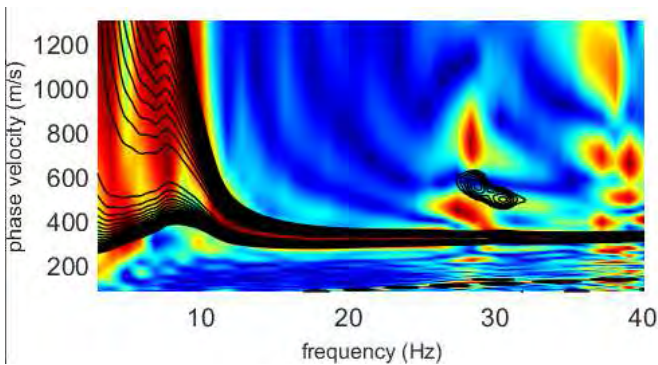
caratterizza veramente la dispersione delle onde di superficie, tralasciando porzioni dello spettro caratterizzate da fenomeni di altra natura.

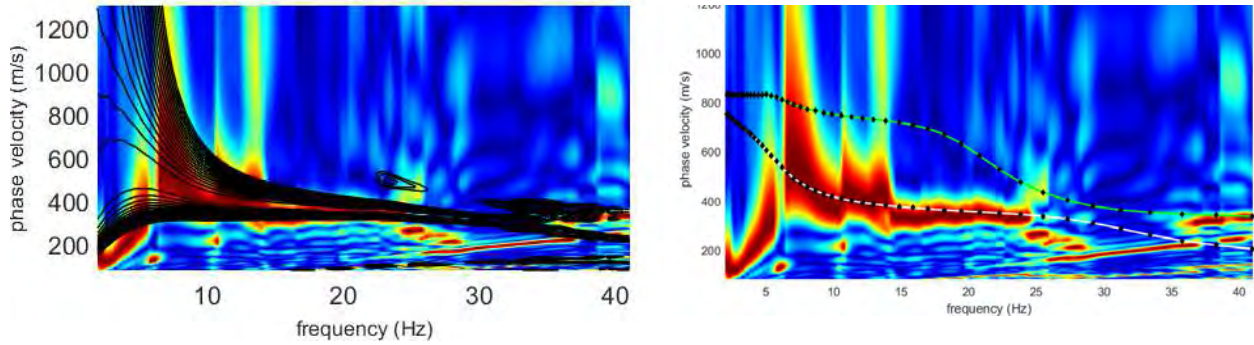
Esempio di distribuzione dei modi.



L'analisi delle onde di superficie possono essere fatte per varie componenti; Verticale, Orizzontale o Radiale, e i loro spettri possono essere invertiti congiuntamente per avere un modello più vincolato e più realistico.

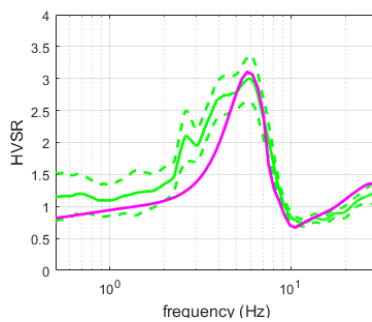
Esempio di analisi congiunta tra spettri relativi a componenti, verticale, radiale, orizzontale.



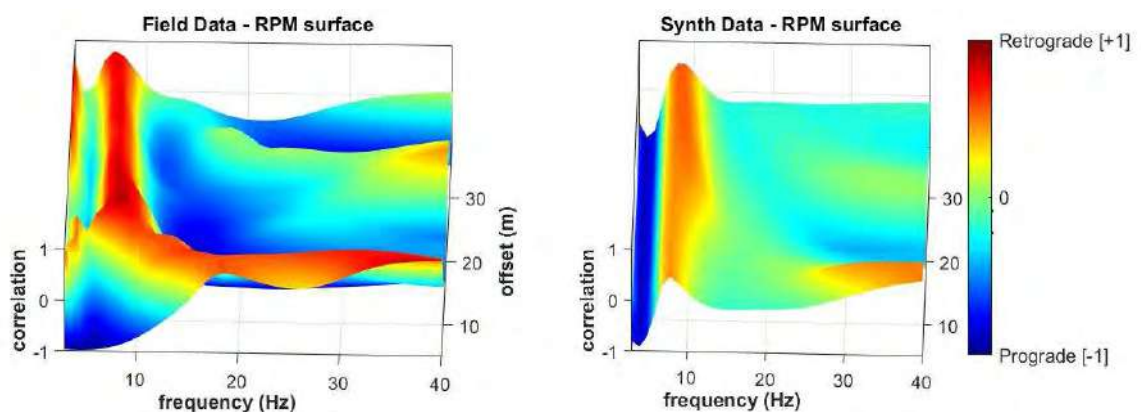


L'analisi congiunta può essere fatta anche con le curve hvsr scaturite da misure passive.

Esempio:



L'analisi congiunta della componente radiale e verticale delle onde di superficie, permette di vincolare maggiormente il modello delle velocità del suolo, utilizzando un altro oggetto chiamato superficie RPM, la quale utilizza il concetto di movimento progrado e retrogrado delle onde di superficie. Data una superficie rpm misurata, si arriva ad un modello sismo stratigrafico, la cui curva rpm sintetica calcolata assomiglia a quella misurata.

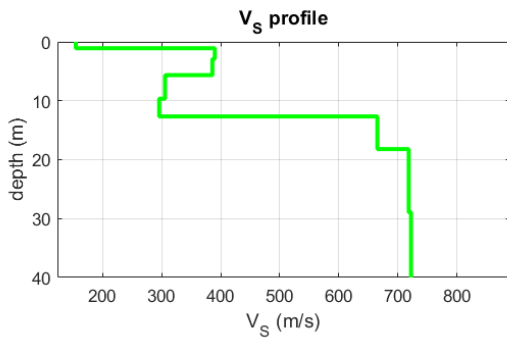


Il risultato finale di un'analisi che unisce le componenti verticali, radiali, orizzontali, insieme alla curva hvsr e la superficie rpm, sarà un profilo Vs del sottosuolo:

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 – Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173



SPECIFICHE TECNICHE CENTRALINA DI ACQUISIZIONE

Centralina d'acquisizione PASI GEA 24

Numero di canali: 24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzabili per un tot. di 48 can.

Conversione Dati: Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)

Intervallo Campionamento: Acquisizioni "a pacchetto": - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 6 can. Acquisizione continua: - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.

Lunghezza Acquisizione: 27500 campioni @ 24 can. (+aux) 174500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni illimitato per acquisizioni continue

Guadagno Preamp.: 0/52 dB, selezionabile via software

Stacking: Numero di stacking illimitato

Impedenza di ingresso: 2M Ω // 22nF

Range Dinamico: 144dB (sistema); >117dB (istantaneo, misurato @1ksps)

Distorsione: 0.007% @16kHz

Largh.Banda: -3dB

Largh.Banda: +/- 0.1dB 6.8kHz@32ksps - 0.21 kHz@1ksps 3.5 kHz@32ksps - 0.11 kHz@1ksps

Filtri Passa Basso:125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz

Filtri "Notch": 50-60Hz + armoniche

Trigger: Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivo), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software

Visualizzazione Tracce: Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile

Noise-monitor: Tutti i canali + trigger

Canale AUX (ausiliario): 1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)

Interfaccia comunicazione: 1x USB 2.0 per PC esterno

Formato Dati: SEG2, SAF

Alimentazione: 5VDC da USB, 0.25A

Temp.operativa/stoccaggio: -30°C to +80°C

Umidità: 80% umidità relativa, non condensante

Dimensioni: 24cm x19.5cm x11cm

Peso: 2 Kg

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 – Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

ELABORAZIONE DATI

Caratteristiche array e battute

Nome battuta	Direzio e	Componente	Geofoni	Spaziatu ra	Array	N°geofon i	Distanza offset	Battuta	Stack	Tracce inattive
ZVF1	Lato A	ZVF	V - 4.5 Hz	3 m	69 m	24	2.0 m	Verticale	3	0
ZVF2	Lato A	ZVF	V - 4.5 Hz	3 m	69 m	24	4.0 m	Verticale	3	0
ZVF3	Lato B	ZVF	V - 4.5 Hz	3 m	69 m	24	2.0 m	Verticale	3	0
ZVF4	Lato B	ZVF	V - 4.5 Hz	3 m	69 m	24	4.0 m	Verticale	3	0
ZVF5	Lato B	ZVF	V - 4.5 Hz	3 m	69 m	24	6.0 m	Verticale	3	0

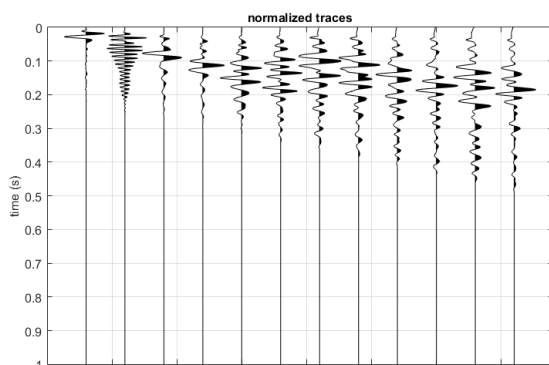
Sismogrammi

Sismogrammi ZVF

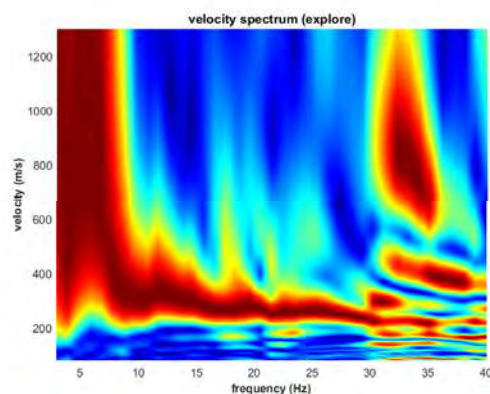
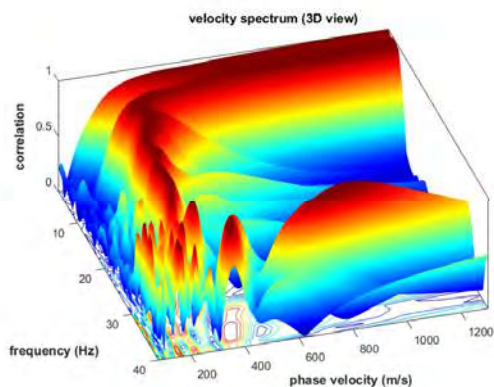
Durata di registrazione:2000 ms

Passo di campionamento: 0.125 μ s

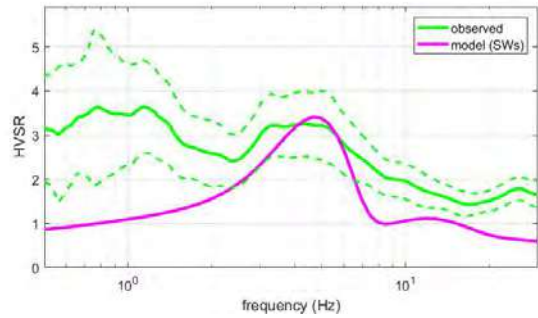
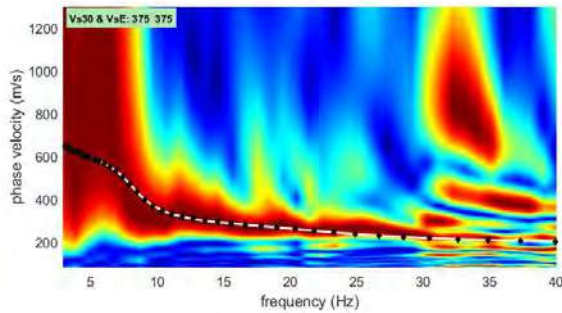
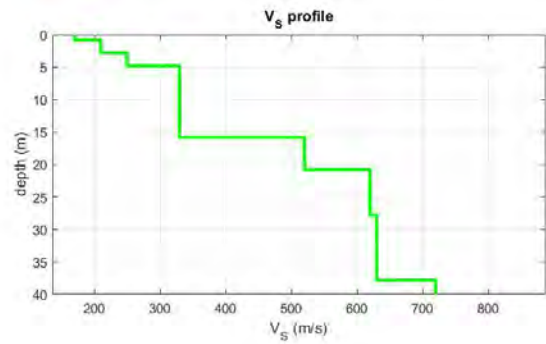
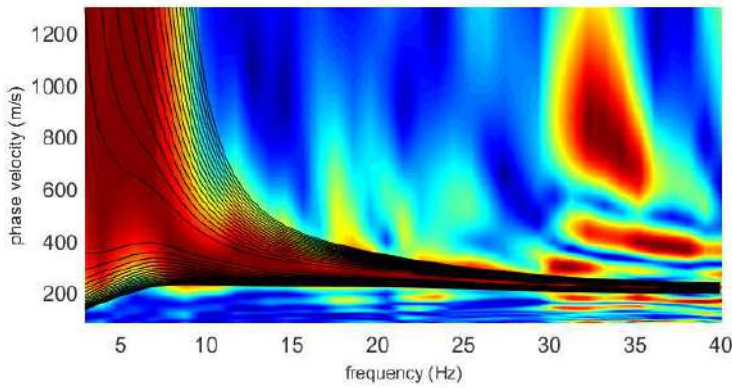
Frequenza di campionamento 8000 Hz



Curva di dispersione sperimentale



Inversione congiunta componente ZVF-HVSR



Profilo di velocità

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	170	0.8000	0.8000
2	210	2	2.8000
3	250	2	4.8000
4	330	5	9.8000
5	330	6	15.8000
6	520	5	20.8000
7	620	7	27.8000
8	630	10	37.8000
9	720	40	77.8000
10	750	100	177.8000
11	800	200	377.8000

Secondo la parametrizzazione effettuata, con una velocità mediata delle onde di taglio $V_{seq} = 375 \text{ m/sec}$, discerniamo una **tipologia di suolo "B"**.

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

ALLEGATO 3

MISURA HVSR

Committente: Zavaglini Giuseppe Localita': Valle 13 - Gualdo MC	Geo-Sondaggi s.A.s di Caponi M. & C. Indagini Geognostiche e Prospezioni Sismiche Sede: Via Campiglia,25 - 62015 MONTE SAN GIUSTO (MC) Reg. Imp. Cod. Fisc. e Part. IVA 01738660438 <i>Caponi Monte</i>
--	---



INDAGINE PASSIVA HVSR - CENNI TEORICI

La tecnica HVSR (o di Nakamura]) è una tecnica sperimentale che consente di valutare alcune caratteristiche di depositi sedimentari (suoli); sia per quel che riguarda le registrazioni in sito, che per quel che riguarda le analisi cui i dati vengono sottoposti.

Si sottolinea da subito però che l'analisi del rapporto spettrale H/V non è, da sola, sufficiente a caratterizzare la complessità degli effetti di sito e soprattutto non è in grado di determinare, da sola, il valore assoluto dell'amplificazione sismica. Il metodo ha comunque dimostrato di essere idoneo per valutare il periodo fondamentale di depositi sedimentari (in modo particolare quando l'impedenza di questi è in grande contrasto con l'impedenza del bedrock). La principale applicazione della tecnica del rapporto spettrale H/V è quindi quella di consentire in modo semplice e veloce l'identificazione della frequenza fondamentale f_0 di diverse zone.

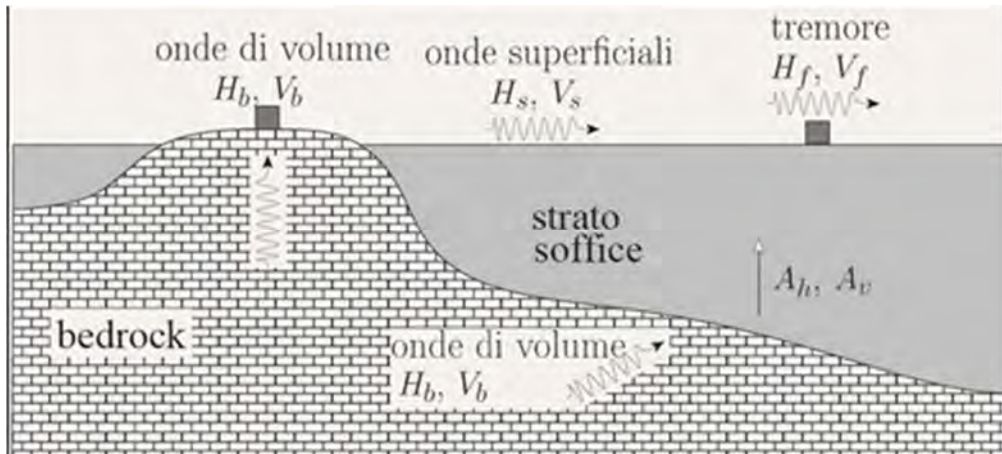


Fig.1

La tecnica HVSR consente quindi di valutare la frequenza fondamentale di risonanza di uno strato soffice a partire dalle sole registrazioni del rumore in superficie. Se si considera la struttura geologica tipica di un deposito sedimentario (fig.1), si vede come il tremore registrato in superficie si possa considerare come composto da onde superficiali e da onde di volume. Tali onde verranno modificate dall'azione filtrante dello strato soffice. Si possono definire due spettri relativi alle misure del moto superficiale orizzontale (H_f) e verticale (V_f); tali spettri sono legati agli spettri delle onde di volume e di quelle di superficie dalle seguenti formule:

$$\begin{cases} H_f = A_h \cdot H_b + H_s \\ V_f = A_v \cdot V_b + V_s \end{cases}$$

dove A_h e A_v sono i fattori di amplificazione del moto orizzontale e verticale delle onde di volume; H_b e V_b sono gli spettri orizzontale e verticale del moto nel *bedrock* e H_s e V_s sono gli spettri del moto orizzontale e verticale delle onde di superficie.

Nakamura ha quindi definito il rapporto QTS come:

$$QTS = \frac{H_f}{V_f} = \frac{H_b}{V_b} \cdot \frac{A_b + \frac{H_b}{H_f}}{A_v + \frac{V_b}{V_f}}$$

Per basse frequenze ($f < (2-3)f_0$) non c'è amplificazione significativa del moto verticale; inoltre, gli spettri H_b e V_b nel *bedrock* non hanno ancora ricevuto alcuna rilevante amplificazione. Con l'ulteriore ipotesi di predominanza delle onde provenienti dal *bedrock* su quelle superficiali si può dimostrare che il QTS è una approssimazione per difetto del fattore di amplificazione orizzontale A_h cercato (fig. 2).

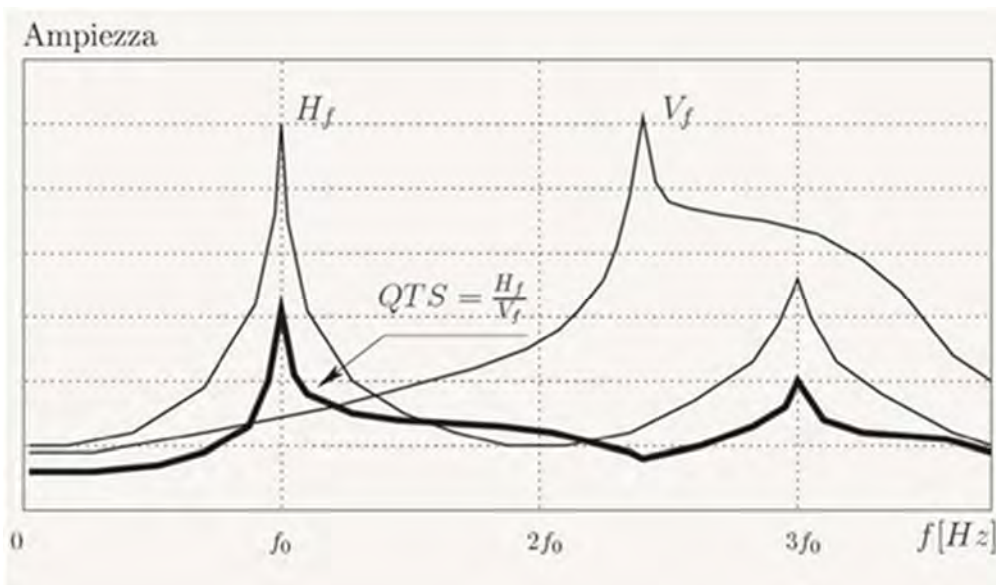


Fig.2

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 – Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

Centralina d'acquisizione PASI GEA 24

Numero di canali: 24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzabili per un tot. di 48 can.

Conversione Dati: Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)

Intervallo Campionamento: Acquisizioni “a pacchetto”: - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 6 can. Acquisizione continua: - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.

Lunghezza Acquisizione: 27500 campioni @ 24 can. (+aux) 174500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni illimitato per acquisizioni continue

Guadagno Preamp.: 0/52 dB, selezionabile via software

Stacking: Numero di stacking illimitato

Impedenza di ingresso: 2M Ω // 22nF

Range Dinamico: 144dB (sistema); >117dB (istantaneo, misurato @1ksps)

Distorsione: 0.007% @16kHz

Largh.Banda: -3dB

Largh.Banda: +/- 0.1dB 6.8kHz@32ksps - 0.21 kHz@1ksps 3.5 kHz@32ksps - 0.11 kHz@1ksps

Filtri Passa Basso:125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz

Filtri “Notch”: 50-60Hz + armoniche

Trigger: Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivo), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software

Visualizzazione Tracce: Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile

Noise-monitor: Tutti i canali + trigger

Canale AUX (ausiliario): 1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)

Interfaccia comunicazione: 1x USB 2.0 per PC esterno

Formato Dati: SEG2, SAF

Alimentazione: 5VDC da USB, 0.25A

Temp.operativa/stoccaggio: -30°C to +80°C

Umidità: 80% umidità relativa, non condensante

Dimensioni: 24cm x19.5cm x11cm

Peso: 2 Kg

ELABORAZIONE DATI

DATA PROCESSING

Date: 10 8 2022

Time: 19 17

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

F1

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 2.0-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.3 (+/- 3.0)

Peak HVSR value: 3.3 (+/- 0.7)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.348 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $7739 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

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

#1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.1Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f+) < A_0/2$]: yes, at frequency 13.4Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.3 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \text{ \& } \sigma_A(f)] = f_0 \text{ \& } 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{f}} < \text{epsilon}(f_0)$]: $2.961 > 0.217$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \text{theta}(f_0)$]: $1.210 < 1.58$ (OK)

F0

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-2.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.1 (+/- 0.4)

Peak HVSR value: 3.6 (±1.6)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $0.782 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $1392 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

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

#1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.2Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.6 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \text{ \& } \sigma_A(f)] = f_0 \text{ \& } 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{f}} < \text{epsilon}(f_0)$]: $0.391 > 0.117$ (NO)

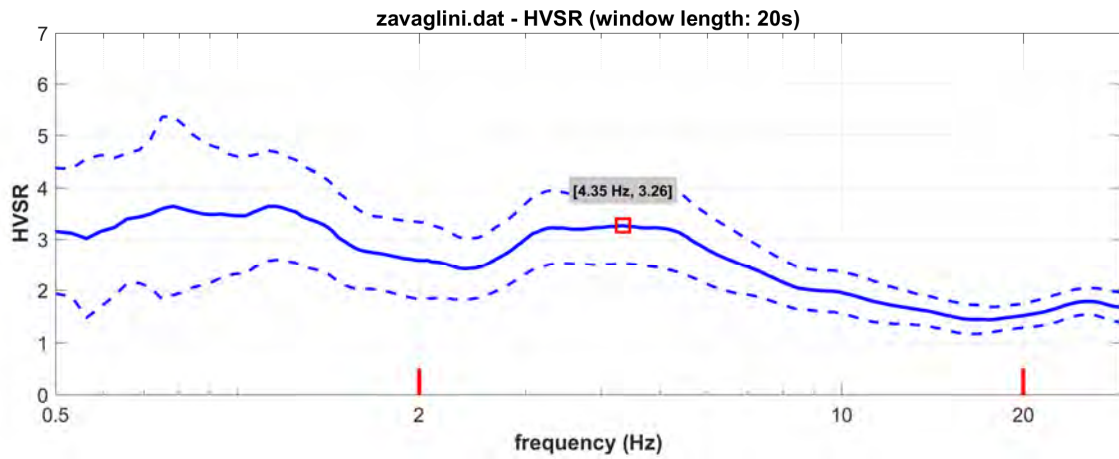
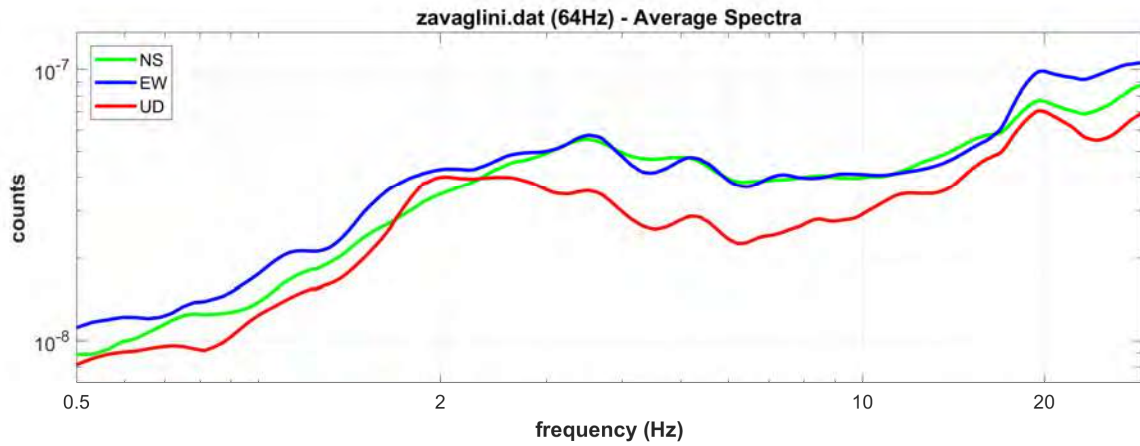
#6. [$\sigma_A(f_0) < \text{theta}(f_0)$]: $4.737 < 2$ (NO)

Geo-Sondaggi Sas di MC & C

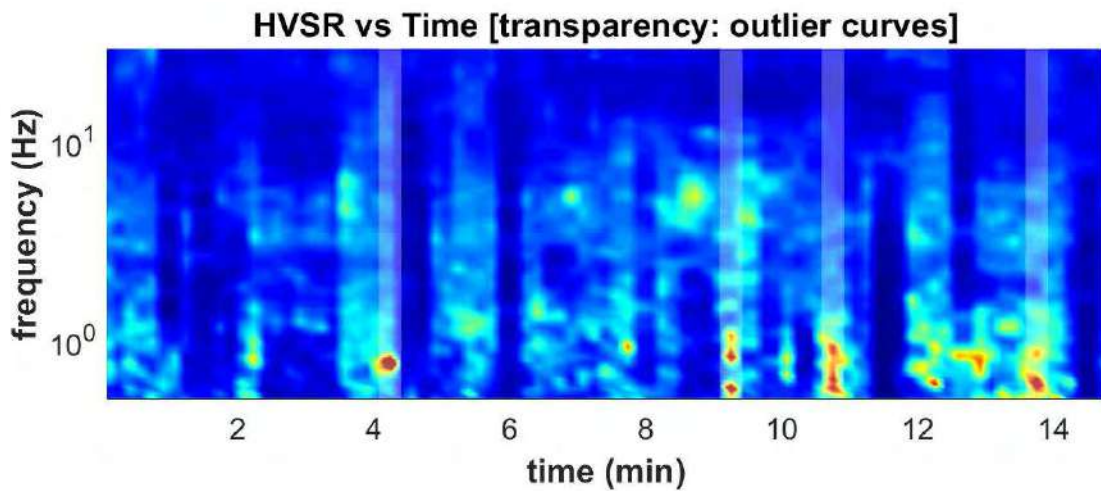
C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 – Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

CURVA HV



STAZIONARIETÀ

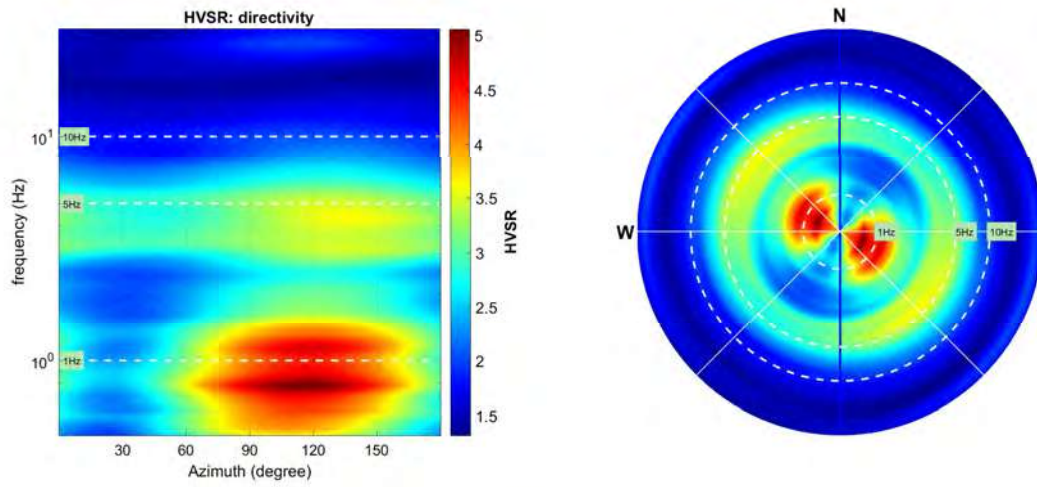


Geo-Sondaggi Sas di MC & C

C.da Campiglia Bassa,25 – 62015 Monte San Giusto (MC)

email: geosondaggi@yahoo.it – www.geo-sondaggi.com - cell.3293126576 – 3292955106 –Fisso 0733/53663 - Fax.0733/4431173

DIRETTIVITÀ



RISULTATI

<i>F0</i>	<i>A0</i>	<i>F1</i>	<i>A1</i>
1.1	3.6	4.3	3.3

Allegato 4 - Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame: Via Valle 13 – Gualdo MC
latitudine: 43,067314
longitudine: 13,358496
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23197	Lat: 43,0849	Lon: 13,3531	Distanza: 2000,732
Sito 2	ID: 23198	Lat: 43,0849	Lon: 13,4216	Distanza: 5486,984
Sito 3	ID: 23420	Lat: 43,0349	Lon: 13,4217	Distanza: 6270,295
Sito 4	ID: 23419	Lat: 43,0349	Lon: 13,3532	Distanza: 3632,895

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,058 g
Fo: 2,489
Tc*: 0,278 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,073 g
Fo: 2,467
Tc*: 0,292 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,177 g
Fo: 2,471
Tc*: 0,340 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,229 g
Fo: 2,508
Tc*: 0,346 [s]

Coefficienti Sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,200	1,200	1,200	1,170
Cc	1,420	1,410	1,360	1,360
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,014	0,017	0,051	0,075
Kv	0,007	0,009	0,026	0,038
Amax	0,681	0,853	2,087	2,632
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84 latitudine: 43.066357 longitudine: 13.357572

Coefficienti sismici

Tipologia di edifici: Stabilità dei pendii e fondazioni
 Tipologia di edifici: Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

H (m): 1
 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B
 Cat. Topografica: T1

	SLC	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione sismografica	1,20	1,20	1,20	1,17
CC Coeff. funz. categoria	1,42	1,41	1,36	1,36
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0,5

Coefficienti	SLC	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,017	0,051	0,075
kv	0,007	0,009	0,026	0,038
Ammax (m/s²)	0,681	0,653	2,087	2,632
Beta	0,200	0,200	0,240	0,260

Stati limite

Classe Edificio: II. Attaccamento normale, Assenza di funz. pubbliche e sociali...
 Vita Normale: 50
 Interpolazione: Media ponderata
CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ah [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLC)	30	0,059	2,469	0,278
Danno (SLD)	50	0,073	2,467	0,292
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,177	2,471	0,340
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,229	2,508	0,346
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

