

COMUNE DI ACQUASPARTA PROVINCIA DI TERNI

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA- GEOTECNICA RELATIVA PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA ZONA D5 - CENTRI A SERVIZIO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE - COMPARTO S8

**LOCALITA' : LOCALITÀ' MARTORELLI - S.P. 113
TIBERINA incrocio S.P. 22 CARSULANA. Acquasparta**

RIF: CATASTALI : F. n°50 Part.lle n° 573-642-643-655

COMMITTENTI : CARDINALINI & C. S.p.a



Dott. Geol. Stefano LITI
Via Roma 5/m 05021
Acquasparta TR
Tel. 0744/930647
C.F. LTISFN68R19A045B
P.I. 00747960557

Geologo Stefano Liti



Dott. Geologo Stefano LITI

Febbraio 2022

PREMESSA

Dietro incarico della Committenza è stato eseguito uno studio di tipo geologico-tecnico per definire le caratteristiche geomorfologiche , geologiche ed idrogeologiche di un area interessata da un progetto per un Piano Attuativo di iniziativa privata da realizzare in Località Capanne Portaria di Acquasparta.

Il lotto di cui sopra è individuabile lungo la strada che da Acquasparta conduce alla Stazione di Montecastrilli Scalo in prossimità della zona artigianale.

La zona è individuabile nel settore centrorientale della tavoletta I.G.M. “Acquasparta”, III S.O. – F. n°131 della Carta D’Italia e al Foglio n° 50 , particelle n°573-642-643-655 del N.C.T. del Comune di Acquasparta.

Le indagini svolte in conformità con i criteri stabiliti dalle NTC 2018 dalla legge L.R. 1/2015 e relative istruzioni applicative, si sono articolate attraverso le seguenti fasi:

- Sopralluogo nell’area oggetto di studio;
- Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico;
- Considerazioni tecniche e conclusioni.

Si tenga presente che la stratigrafia del sottosuolo è stata dedotta da fonti bibliografiche , da lavori svolti in siti adiacenti a quello di cui all’oggetto, dal recente lavoro di Microzonazione sismica e da osservazioni dirette eseguite in sito.

Alla presente relazione vengono allegati:

- Carta corografica alla scala 1:25.000;
- Planimetria catastale alla scala 1:2.000.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il lotto in questione è ubicato lungo la zona più depressa di una fascia che funge da raccordo morfologico tra la struttura montuosa dei Monti Martani ad Oriente e la Zona di affioramento dei depositi Villafranchiani ad Occidente. In particolare, il sito in studio è compreso tra le curve di livello dei 318 m e 320 m s.l.m. ed è ubicato lungo la piana che borda a Sud l'abitato di Acquasparta in raccordo con la catena Martana.

Il litotipo affiorante nell'area è rappresentato dai depositi di alluvioni recenti che sfumano verso depositi sabbiosi con talora intercalazioni argillose; tali materiali si sono depositi sopra i travertini con discordanza stratigrafica ai depositi di chiusura del ciclo sedimentario continentale del "Lago Tiberino" che nel Plio-Pleistocene (Villafranchiano Auctt.) "ricopriva la zona e sono distribuiti e allineati lungo tutta la Faglia Bordiera dei Monti Martani ad est dell'abitato di Acquasparta.

La genesi di questi materiali sembra legata alla azione del Fosso di Portaria presente come collettore principale di confluenza di tutto il reticolo superficiale della zona.

Al di sotto di questi sedimenti è possibile trovare i Travertini litoidi e sabbiosi tipici della zona che a loro volta sfumano con un limo travertinoso nelle argille sabbiose, mentre nella parte più alta allontanandosi verso Ovest dai Monti Martani i travertini sono eteropici con le sabbie grossolane del complesso detritico superiore e si riducono rapidamente di spessore giungendo ad essere sottili livelli all'interno di esse.

Lo spessore massimo raggiunto dai termini alluvionali è circa 10 metri

Facendo riferimento all'assetto geologico strutturale del *bedrock* costituito dalla Serie Stratigrafica Umbro – Marchigiana, il sito è ubicato sul bordo occidentale di un'ampia depressione tettonica originatesi durante la fase distensiva che ha interessato questo settore dell' Appennino settentrionale durante il Pliocene sup. – Pleistocene. Ad Est del *graben* in oggetto si sviluppa la struttura anticlinalica

individuata dalla dorsale dei Monti Martani la quale coinvolge nella deformazione i terreni della successione sedimentaria meso – cenozoica Umbro – Marchigiana, dai calcari e marne Triassiche (Formazione dei calcari marnosi a Rhaetavicula Contorta) , che affiorano al nucleo della struttura, fino ai termini Oligo – miocenici della Scaglia Cinerea e del Bisciario. La suddetta dorsale presenta il fianco orientale rovesciato ad Est su di un ampio sinclinorio al cui nucleo affiora la Formazione dello Schlier.

La depressione tettonica e la dorsale Martana sono separate da un importante sistema di faglie dirette denominato “faglia bordiera dei Monti Martani” immergente ad Ovest con direzione NNO –SSE, il quale sembra essere anche una struttura sismogenetica attiva alla luce delle scosse che si sono verificate ultimamente lungo questo settore.

Come già accennato in precedenza, l’area appartiene alla zona pedemontana situata tra i rilievi montuosi della catena Martana ad Est e la zona di affioramento dei depositi Villafranchiani ad Ovest. Il paesaggio è caratterizzato da forme pianeggianti con altezze comprese tra i 300 e i 320 m s.l.m. , fortemente incise da fossi con percorsi brevi e non organizzati, disposti prevalentemente lungo la direzione di massima pendenza con tipico regime torrentizio, che confluiscono a valle nel Torrente Naia.

La circolazione idrica sotterranea all’interno dei materiali è possibile per la presenza di un elevata porosità primaria ed è influenzata dalle principali direttrici tettoniche distensive.

IDROGEOLOGIA

Il Litotipo principale presente nell’area è dato dal Travertino che rappresenta la roccia serbatoio dell’acquifero .

Tale formazione di notevole estensione areale nella zona in studio presenta delle facies sabbiose e/o limose eteropiche al travertino stesso , ma che vista la loro elevata permeabilità costituiscono parte integrante del “serbatoio” delle acque sopra citate.

Alla base della Formazione del Travertino si trovano le Argille Grigie di Base che costituiscono il letto delle formazioni sopra citate.

In precedenti studi idrogeologici è stato possibile individuare due falde diverse una falda di base più profonda protetta al tetto da un livello impermeabile argilloso e una falda minore sospesa al di sopra della prima di minor consistenza ma di chimismo simile alla prima.

L'alimentazione delle falde avviene essenzialmente per infiltrazione meteorica, la quale trova nei Travertini permeabili e nelle sabbie il principale recapito finale, durante il tragitto sotterraneo le acque si arricchiscono di sali per andare poi ad accumularsi nei serbatoi principali sempre dati dalle formazioni sopra dette.

La falda che si trova in un acquifero pseudo confinato si attesta ad una profondità di - 28.00 metri dal p.d.c. ed è soggetta ad oscillazioni stagionali

LITOSTRATIGRAFIA

L'area studiata è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti limoso-argillosi e limoso-sabbiosi, come illustrato nella tabella stratigrafica che segue:

LITOLOGIA	QUOTA RILEVATA DAL P.C. (m)	SPESSORE (m)
Terreno agrario argilloso-limoso	Tetto 0,0 m Letto 0,90 m	0,90
Argille debolmente limose Medio alta plasticità	Tetto 0,90 m Letto 6,70 m	5.80
Ghiaie in matrice sabbiosa	Tetto 6.70 m Letto 7,50 m	0.8
Alternanze di limi argilloso-sabbiosi colore grigio media plasticità	Tetto 7,50 m Letto 8.70 m	1.2
Argille limose grigiastre a media consistenza	Tetto 8,70 m Letto 11,00 m	2.3

STUDI RELATIVI ALLA MICROZONAZIONE.

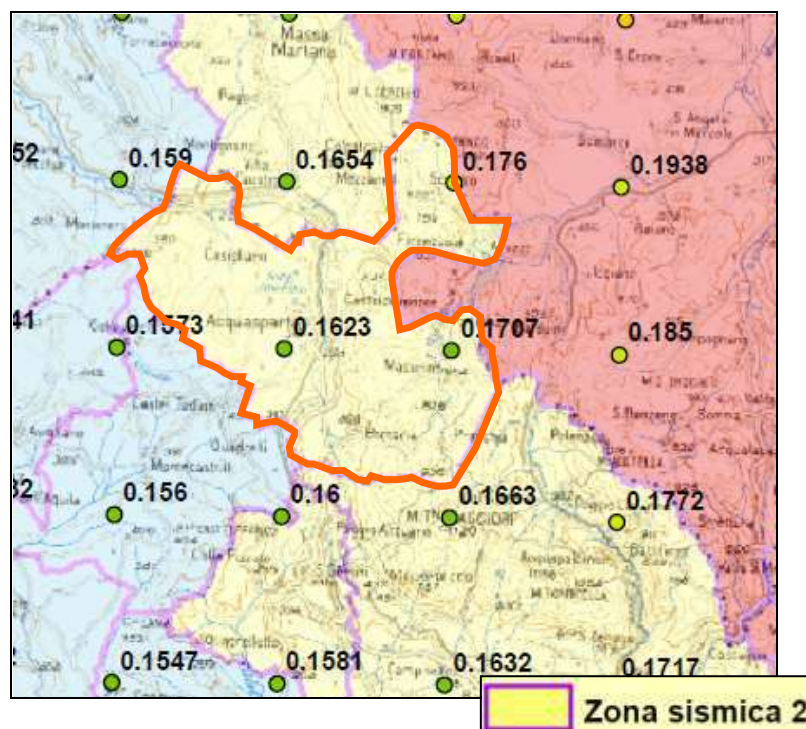
L'area è stata oggetto di studi di Microzonazione sismica da parte della Regione Umbria durante la fase di “ indagini urgenti di microzonazione sismica speditiva” nell'anno 1999.

In fase di redazione del nuovo PRG il Comune di Acquasparta è stato oggetto di studi per nuova Microzonizzazione di 2° livello per l'area oggetto di studio si riassumono i risultati.

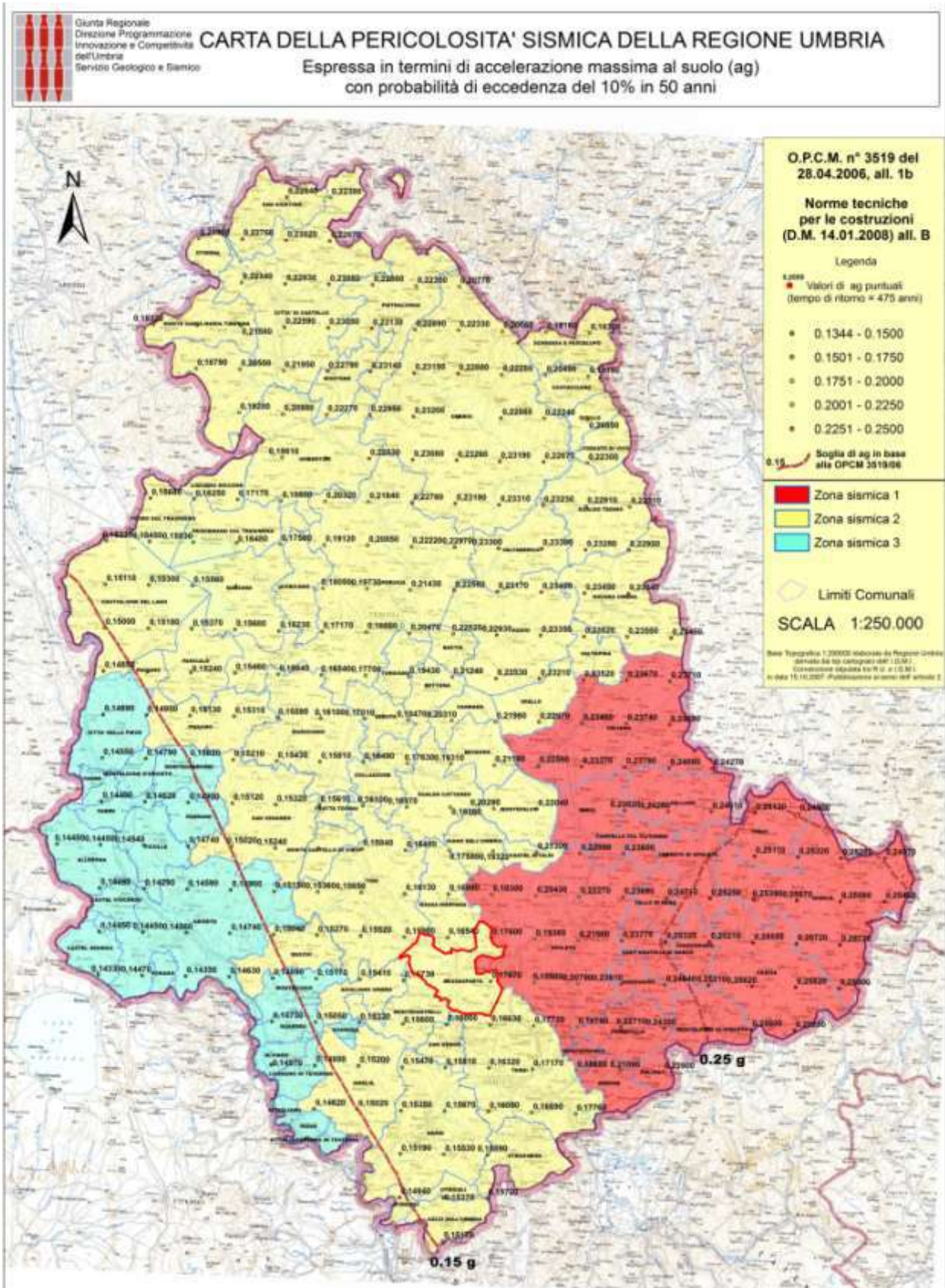
DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Al fine di definire la pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento sono state consultate le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV) e i cataloghi parametrici dei terremoti italiani.

Stando alla classificazione sismica della Regione Umbria (DGR 852/03, O.P.C.M. 3274/03), il Comune di Acquasparta rientra in **zona sismica 2** (possibilità del verificarsi di terremoti abbastanza forti), come mostra l'estratto della carta di pericolosità sismica della Regione Umbria in scala 1:250.000, con un valore medio di **ag** pari a **0,1623** (tempo di ritorno: 475 anni).



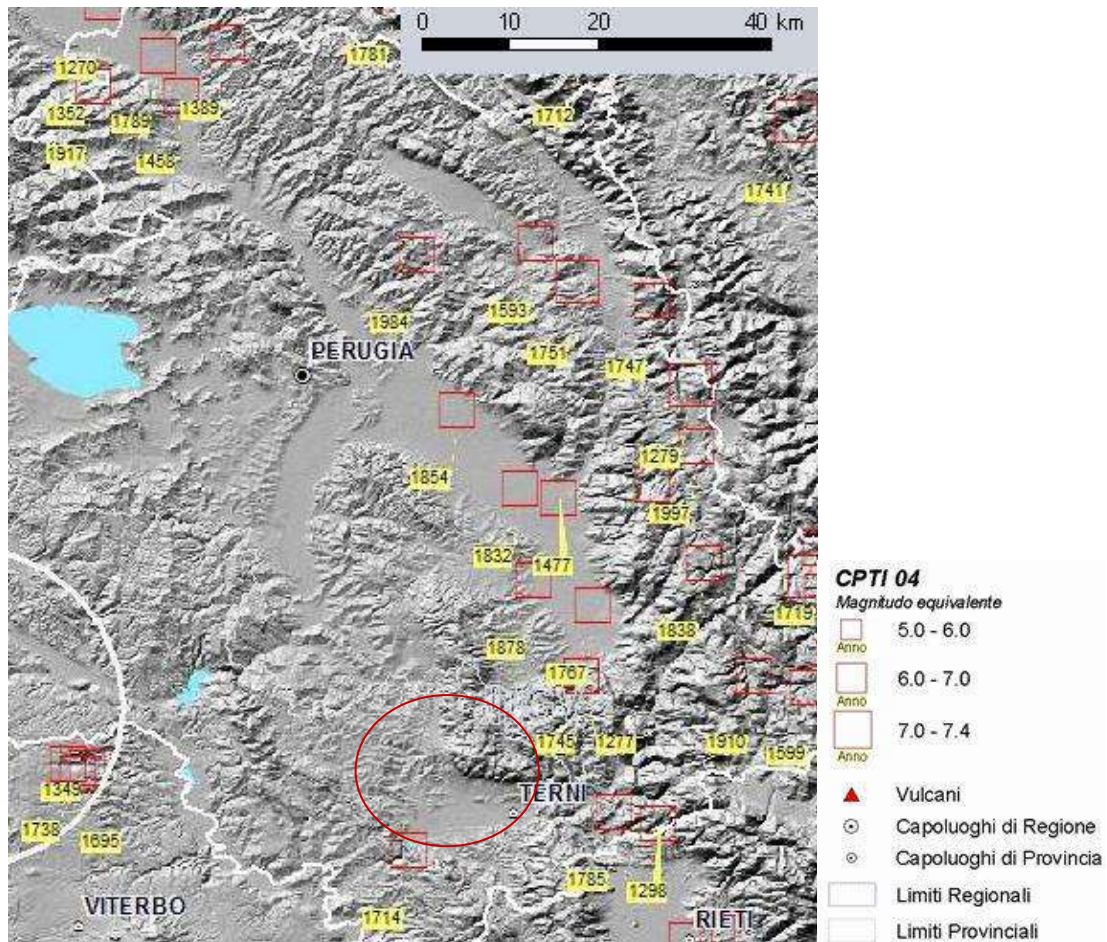
Dai dati relativi alla amplificazione massima al suolo per categorie di sottosuolo A l'area del comune di Acquasparta rientra all'interno della categoria a_{max} compresa tra 0,150 e 0,175.



Sismicità storica

Dall'analisi dei dati disponibili all'interno del Catalogo parametrico dei terremoti Italiani (fonte INGV), sono stati individuati n° 2 eventi sismici nel Comune di Acquasparta.

Di seguito si riportano i record degli eventi sismici:



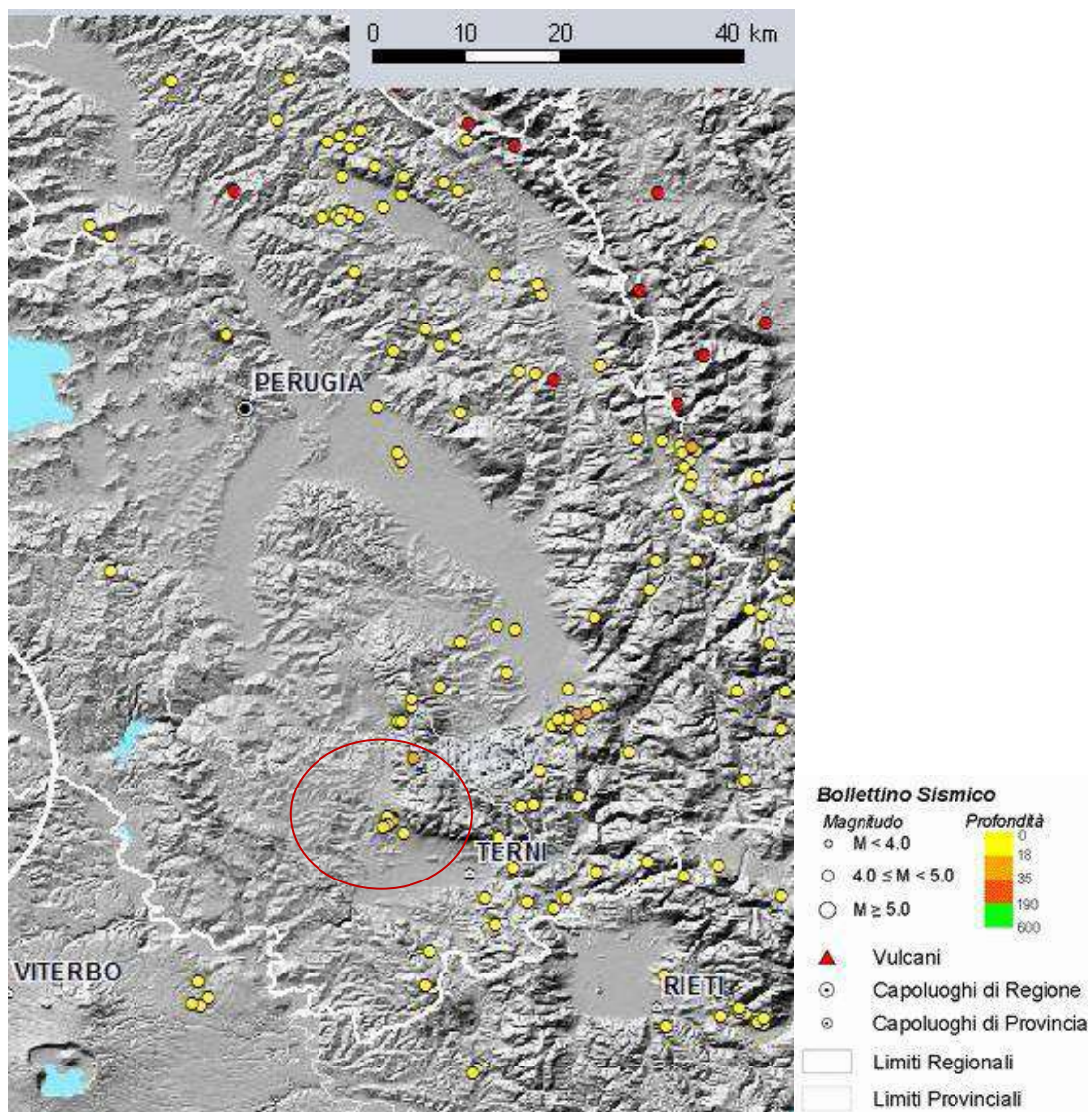
Sismicità storica dall'anno 0 all'anno 2002. La dimensione dei quadrati è proporzionale alla magnitudo. Per informazioni più approfondite consultare: Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004.

Sismicità recente

La sismicità recente è collegata alla fase estensionale della porzione centrale dell'Appennino Umbro-Marchigiano e attiva da almeno 3-4 M di anni.

Di seguito si riportano i principali eventi sismici a partire dal 2003 fino alla fine del 2008.

Per quanto riguarda il comune di Acquasparta, la maggior parte dell'attività si concentra in corrispondenza dei Monti Martani interessati da eventi sismici di magnitudo $M < 4$ e con ipocentri compresi tra 0 e 18 metri di profondità. (dati INGV)



Sismicità dall'inizio del 2003 alla fine del 2008 (Magnitudo maggiore o uguale a 2.5).

COMMENTO ALLA RICERCA STORICA

Come è possibile notare dal database Iside, la ricerca dei terremoti registrati strumentalmente con epicentri intorno alla città di Acquasparta nel raggio di 30 Km negli ultimi 35 anni con magnitudo superiore a 2.7, il numero dei records è di 405, e per fortuna con assenza di sismi rilevanti, tutti inferiori a 4.6. Dalla mappa di ubicazione degli epicentri - su base aerea *Google* – si nota come siano ricompresi anche sismi generati dalle aree di Foligno Spoleto, quindi con eventi di magnitudo locale $M_l > 4.0$ (4.02 del 15/12/2005 - Spoleto). Nell'arco temporale estraibile da ISIDE si nota un'elevata concentrazione di epicentri nella zona dei Monti Martani,



Per aggiornare il presente studio vale la pena ricordare che la recente crisi sismica tra Lazio, Marche ed Umbria, iniziata con il terremoto di Accumoli-Amatrice del 24/8/2016 Mw 6.0 e culminata con il forte evento del 30/10/2016 delle 7.41 con Mw 6.5 ha dato risentimenti significativi anche nel territorio di Terni. Nonostante la distanza di circa 46 Km dall'epicentro sia sufficiente a dissipare gran parte dell'energia, nel caso del sisma di Magnitudo 6.5 del 30 ottobre scorso, l'intensità risentita nel nostro comune è stata di circa V°-VII° MCS, quindi da moderata a forte, come anche ben visibile nella carta delle intensità fornita dall'INGV.

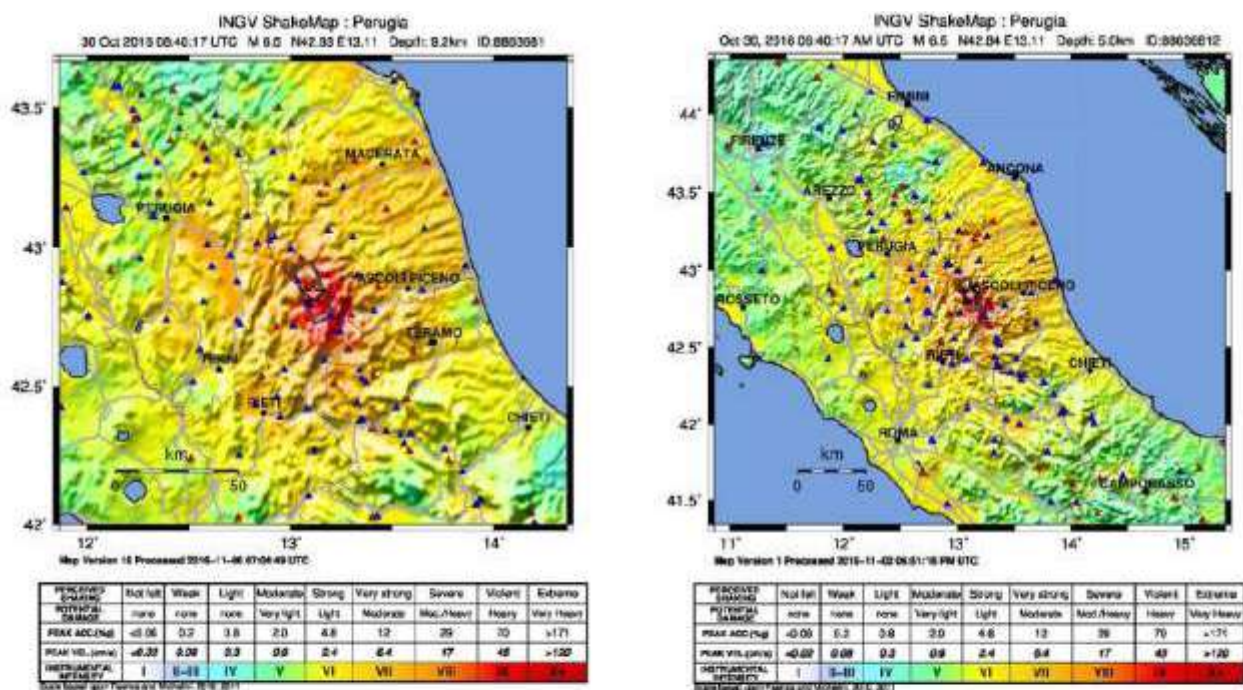
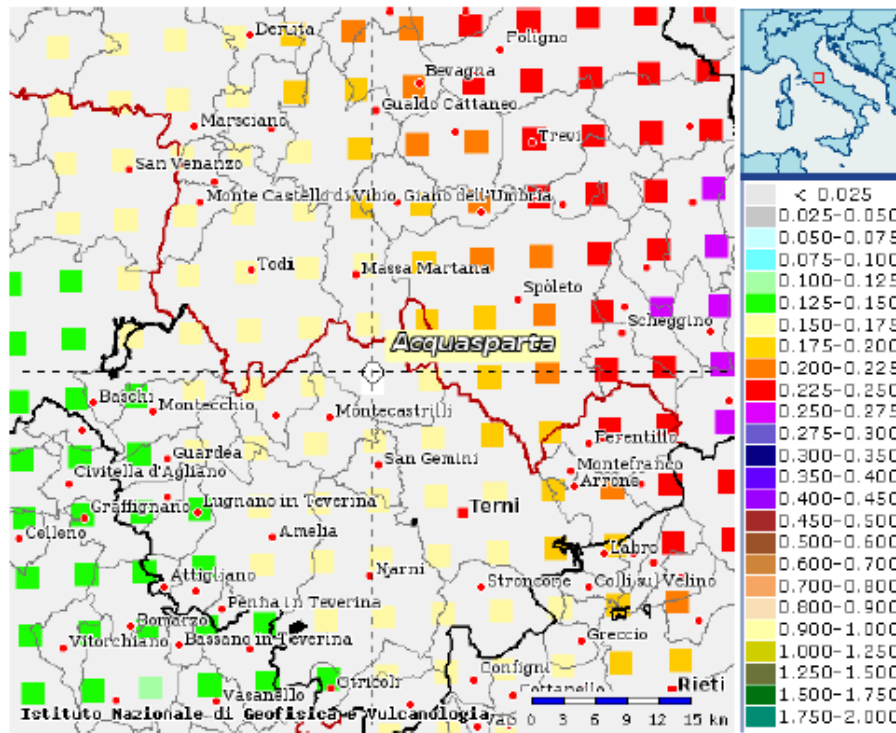


Figura 2.3.1 – Mappe di scuotimento in intensità MCS del M_w 6.5 del 30/10/2016. Le due mappe sono state realizzate con lo stesso data set e la mappa di sinistra è un ingrandimento di quella di destra. È evidente che lo scuotimento fino al VI grado ha interessato un'area della penisola che all'incirca va da Campobasso a SE fino ad Arezzo a NW lungo l'asse appenninico con risentimento anche nell'area Padana. I triangoli rossi indicano stazioni della Rete Sismica Nazionale dell'INGV, mentre quelli blu della Rete Accelerometrica Nazionale del Dipartimento per la Protezione Civile.

Mappe interattive di pericolosità sismica



- Strumenti**
- Ritorna alla mappa inizi
 - Ridisegna mappa
 - Zoom In
 - Zoom Out
 - Ricentra sul punto
 - Grafico sul punto g
 - Grafico di disaggre

- Navigazione**
- Scala:**
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)
- Scala:
- Coordinate del centro del**
- Latitudine:
- Longitudine:
-

- Ricerca Comune**
- Il nome
- contiene:
-

- Comune evidenziato**
- Acquasparta**
-

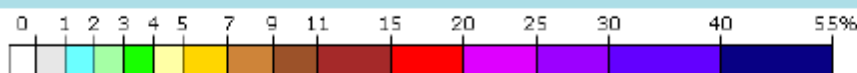
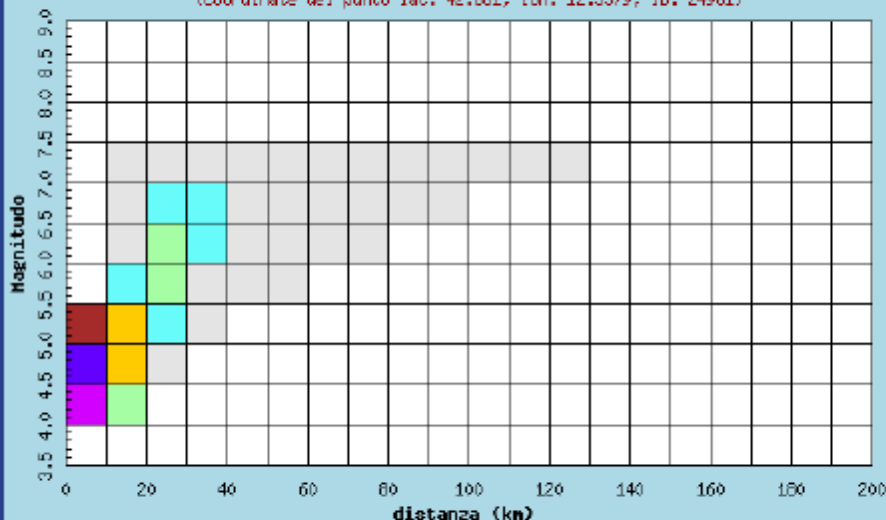
Selezione mappa

- Visualizza punti della griglia riferiti a:
 - Ridisegna mappa
- Parametro dello scuotimento:
- Probabilità in 50 anni:
- Percentile:
- Periodo spettrale (sec):

Distanza (km)	Magnitudo									
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0
0-10	0.000	26.400	34.900	11.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 42.881, lon: 12.5379, ID: 24961)



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.681, lon: 12.5379, ID: 24961)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	23.900	32.100	11.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.740	6.900	5.030	1.030	0.796	0.027	0.014	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.341	1.660	2.130	2.320	1.110	0.659	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.114	0.801	1.370	1.130	0.807	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.131	0.614	0.738	0.624	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.206	0.431	0.431	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.197	0.240	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.061	0.104	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.051	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.025	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.990	11.100	1.180

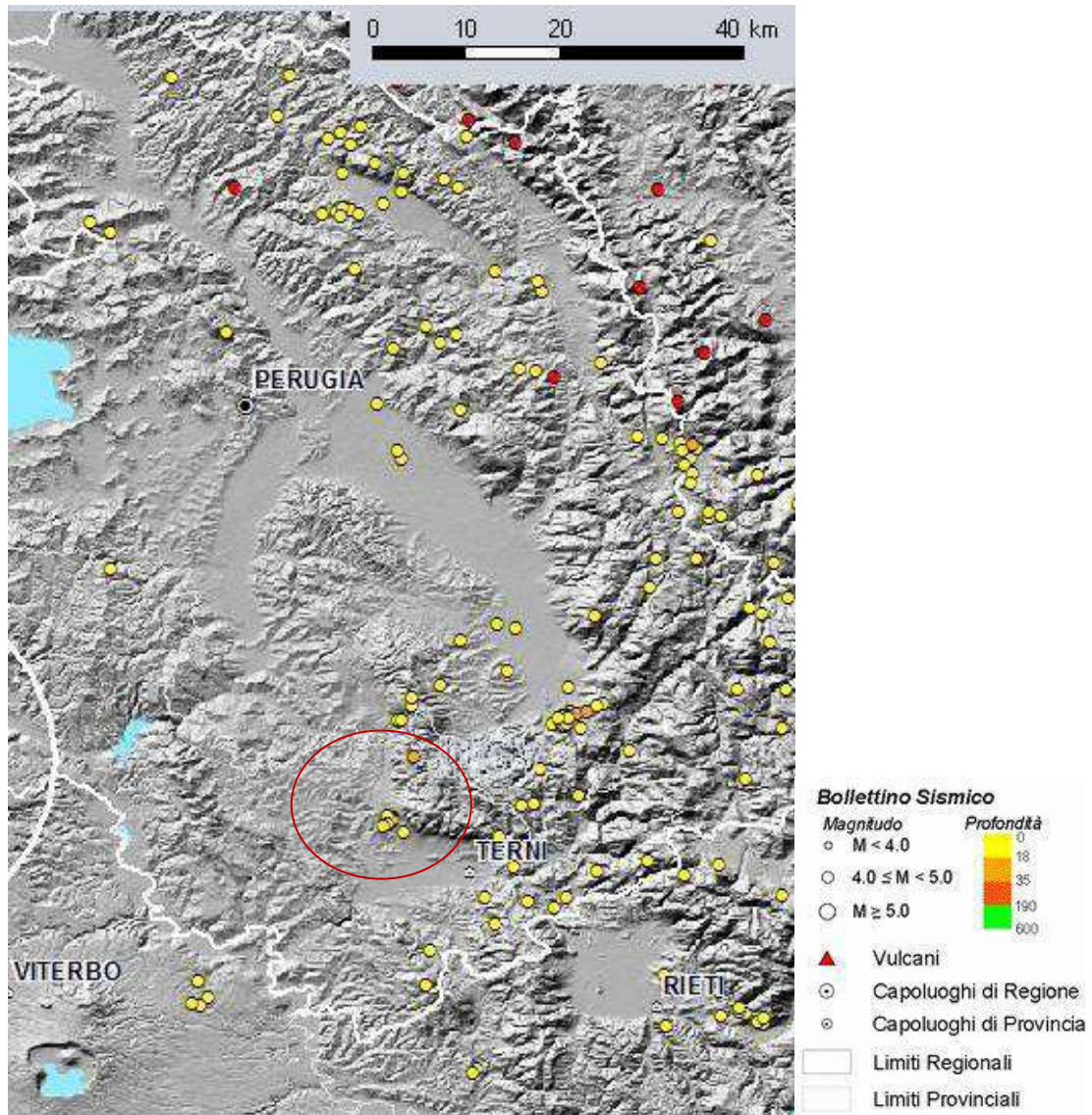
Il procedimento della disaggregazione sismica eseguito per la località Acquasparta ha fornito i seguenti valori di Magnitudo attesa: $M = 4.99$, e distanza $R = 11.1$ Km, quindi la massima pericolosità è determinata da un potenziale terremoto con tempo di ritorno 50 Anni, con magnitudo $M = 4.99$ e da una sorgente sismica a distanza $R = 11.1$ Km.

Sismicità recente

La sismicità recente è collegata alla fase estensionale della porzione centrale dell'Appennino Umbro-Marchigiano e attiva da almeno 3-4 M di anni.

Di seguito si riportano i principali eventi sismici a partire dal 2003 fino alla fine del 2008.

Per quanto riguarda il comune di Acquasparta, la maggior parte dell'attività si concentra in corrispondenza dei Monti Martani interessati da eventi sismici di magnitudo $M < 4$ e con ipocentri compresi tra 0 e 18 metri di profondità. (dati INGV)



Sismicità dall'inizio del 2003 alla fine del 2008 (Magnitudo maggiore o uguale a 2.5).

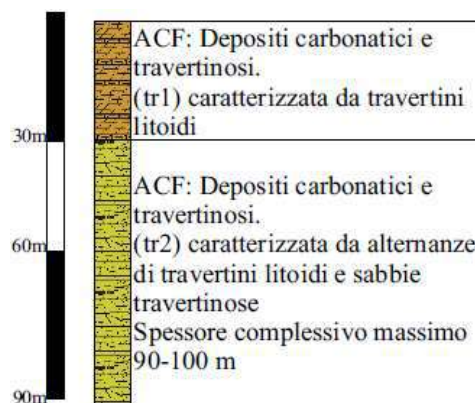
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello1)

In relazione al livello di urbanizzazione del Comune di Acquasparta, e della posizione dell'area oggetto di microzonazione di 2° livello, è stata identificata

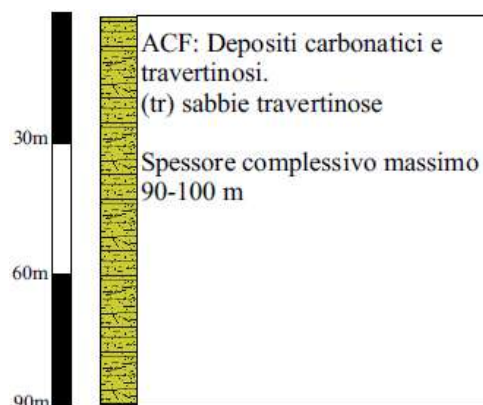
un'ampia area sulla quale è stata redatta la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1) (MOPS).

Sulla base delle metodologie e criteri esposti nel capitolo 7 è stato possibile suddividere il territorio in esame in n° 4 microzone omogenee rientranti nella categoria delle Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Sismica Locale:

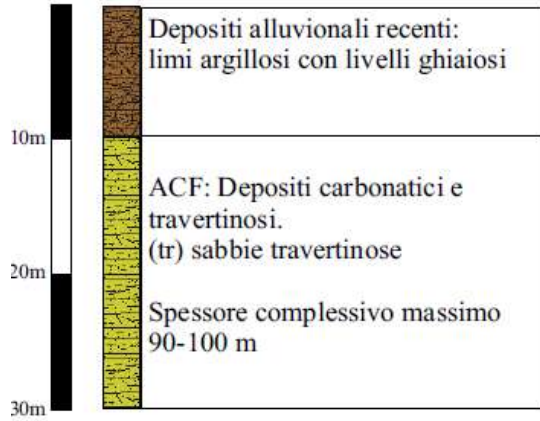
- ZONA 1: è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari appartenenti all'unità di Acquasparta (ACF). Nell'area affiorano ampiamente i depositi di travertino litoide (Tr1), per uno spessore massimo di circa 30 m sovrastanti al secondo membro (tr2) caratterizzato da alternanze di sabbie travertinose e travertini litoidi, per uno spessore massimo complessivo di circa 90 – 100 metri.



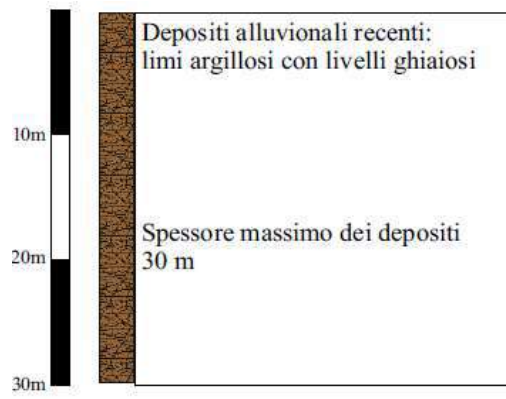
- ZONA 2: è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari appartenenti all'unità di Acquasparta (ACF). Nell'area affiorano di depositi appartenenti al (tr2), alternanze di sabbie travertinose e travertini litoidi



- ZONA 3: è caratterizzato dalla presenza di una copertura di alluvioni recenti costituite da limi argillosi con livelli ghiaiosi per uno spessore di circa 10 metri, al di sopra dei depositi quaternari dell'unità di Acquasparta.



- ZONA 4: è caratterizzato dalla presenza di una copertura di alluvioni recenti costituite da limi argillosi con livelli ghiaiosi per uno spessore oltre i 30 metri, probabilmente coincidente con la porzione più depocentrale del bacino.



L'area oggetto di studio appartiene alla zona 4

Microzonazione sismica (Livello2)

La microzonazione sismica di livello 2 è stata elaborata, partendo dall'analisi dei risultati delle indagini condotte, sulla base del testo "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", tenendo conto degli abachi di riferimento descritti nel paragrafo 3.2 (Vol.2). Le litologie, gli spessori e le velocità delle onde sismiche (V_s), sono stati uniformati alle tabelle degli abachi di riferimento che prevedono dei

gradini di velocità crescenti di 50 m/s e dei gradini di spessore crescente 5 m per le tre tipologie standard di terreno previste (argilla, sabbia e ghiaia);

La profondità del bedrock sismico ($V_s = 800$ m/s) è stata stimata indirettamente da informazioni estrapolate dalle sezioni geologiche a corredo della carta geologica regionale in scala 1:10.000 e dai dati sismici ricavati dai siti Furapane 1 e Furapane 2 (vedi cap. 5 e cap. 6).

Si è ipotizzata perciò una profondità del bedrock sismico di circa -70,0 metri dal piano attuale di campagna, cioè a -40,0 metri circa di profondità dall'ipotetico tetto dei "Travertini litoidi".

Nel dettaglio, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- $A_g(g) = 0,18$;
- la presenza di un litotipo prevalente identificabile come "limoso-sabbioso";
- un profilo di velocità lineare con pendenza massima;
- una profondità del bedrock sismico di -70,0 metri dal piano attuale di campagna;
- $V_{sh S}$ nei primi 70 m di terreno pari a 393 m/s.

Si ottengono i seguenti valori:

Fattore di amplificazione area FURAPANE 2

Fa = 1,62

Fv = 2,16

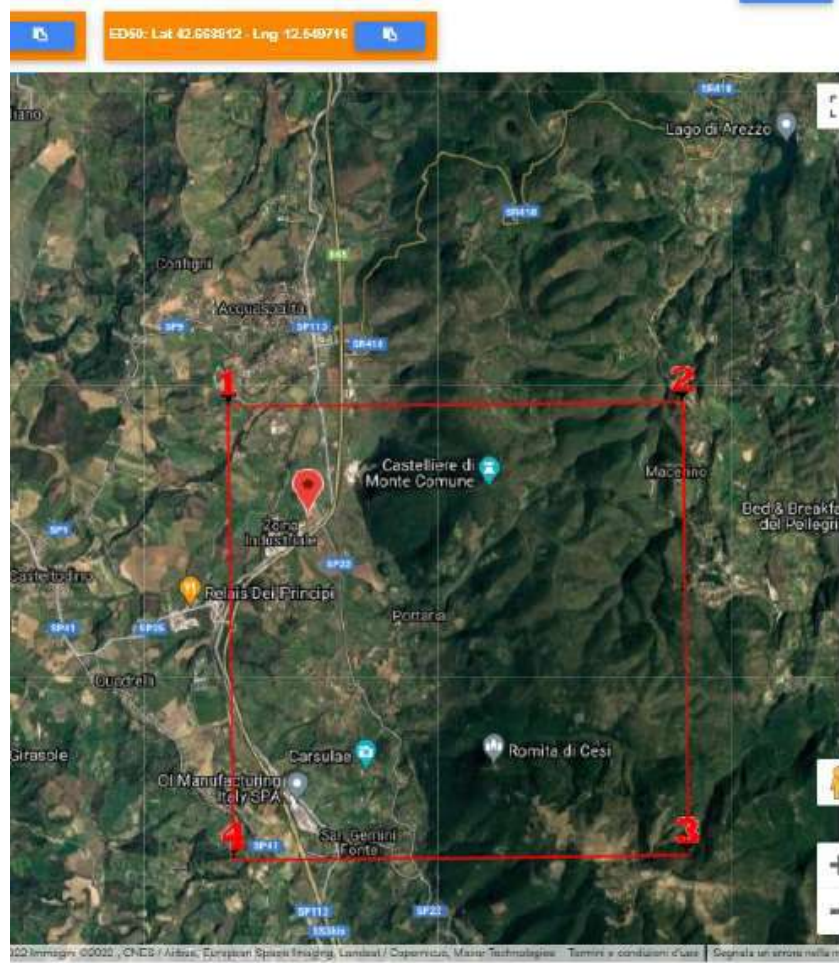
Fattore di amplificazione **FA** Tipo di terreno **Sabbia** a_g (g) **0.18g** Profilo di velocità **Lineare pendenza massima**

	V_g (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H 5	-	2.40	1.94	1.44	1.21	1.10	1.06	1.03	1.02	1.01	
10	-	3.09	2.74	2.20	1.79	1.52	1.34	1.21	1.08	1.03	
15	-	3.08	3.13	2.60	2.06	1.71	1.48	1.31	1.14	1.05	
20	-	2.73	3.20	2.80	2.26	1.90	1.64	1.44	1.21	1.08	
25	-	2.45	3.01	2.84	2.33	1.97	1.70	1.51	1.25	1.11	
30	-	-	2.76	2.77	2.33	2.00	1.73	1.55	1.28	1.12	
35	-	-	2.50	2.53	2.29	1.96	1.75	1.55	1.28	1.11	
40	-	-	2.28	2.47	2.13	1.95	1.72	1.55	1.28	1.11	
50	-	-	2.03	2.12	2.02	1.78	1.65	1.50	1.25	1.09	
60	-	-	1.80	1.95	1.87	1.69	1.54	1.44	1.22	1.06	
70	-	-	1.60	1.79	1.72	1.62	1.47	1.36	1.18	1.03	
80	-	-	1.38	1.64	1.61	1.54	1.43	1.32	1.15	1.01	
90	-	-	1.21	1.51	1.50	1.45	1.38	1.29	1.12	0.99	
100	-	-	1.08	1.39	1.40	1.38	1.32	1.25	1.10	0.98	
110	-	-	0.99	1.26	1.33	1.31	1.27	1.21	1.08	0.96	
120	-	-	0.90	1.15	1.26	1.25	1.22	1.17	1.06	0.95	
130	-	-	0.82	1.07	1.18	1.19	1.17	1.13	1.03	0.93	
140	-	-	0.75	0.99	1.12	1.13	1.12	1.10	1.00	0.91	
150	-	-	0.70	0.92	1.06	1.09	1.08	1.07	0.98	0.90	

Fattore di amplificazione **FV** Tipo di terreno **Sabbia** a_g (g) **0.18g** Profilo di velocità **Lineare pendenza massima**

	V_g (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H 5	-	1.09	1.04	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	
10	-	1.75	1.21	1.10	1.07	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	
15	-	2.71	1.96	1.30	1.16	1.10	1.07	1.05	1.02	1.01	
20	-	3.23	2.64	1.89	1.38	1.20	1.12	1.09	1.04	1.02	
25	-	3.48	3.11	2.30	1.71	1.37	1.21	1.14	1.07	1.03	
30	-	-	3.40	2.65	1.94	1.56	1.33	1.20	1.10	1.04	
35	-	-	3.54	2.89	2.19	1.73	1.45	1.29	1.13	1.05	
40	-	-	3.52	3.08	2.34	1.89	1.57	1.37	1.16	1.06	
50	-	-	3.45	3.17	2.56	2.03	1.71	1.49	1.21	1.09	
60	-	-	3.35	3.10	2.59	2.16	1.83	1.58	1.27	1.11	
70	-	-	3.21	3.07	2.55	2.16	1.88	1.64	1.30	1.12	
80	-	-	3.04	2.98	2.52	2.16	1.86	1.63	1.31	1.13	
90	-	-	2.82	2.87	2.46	2.12	1.86	1.64	1.33	1.14	
100	-	-	2.72	2.75	2.37	2.07	1.83	1.63	1.33	1.14	
110	-	-	2.55	2.63	2.32	2.01	1.79	1.60	1.32	1.13	
120	-	-	2.53	2.49	2.24	1.97	1.74	1.58	1.31	1.12	
130	-	-	2.48	2.44	2.17	1.92	1.70	1.54	1.29	1.10	
140	-	-	2.41	2.33	2.08	1.88	1.68	1.52	1.26	1.08	
150	-	-	2.37	2.30	2.05	1.83	1.65	1.49	1.25	1.07	

PARAMETRI SISMICI



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	T_r [anni]	a_0 [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.057	2.514	0.269
Danno (SLD)	50	0.070	2.506	0.281
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.164	2.459	0.316
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.205	2.478	0.327

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Parametri sismici
determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 42,668812 [°]

longitudine: 12,549716 [°]

Classe d'uso: 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 Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	24961	42,680960	12,537930	1659,2
Sito 2	24962	42,681510	12,605930	4807,6
Sito 3	25184	42,631510	12,606670	6237,0
Sito 4	25183	42,630960	12,538700	4304,3

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,057	2,514	0,269
Danno (SLD)	63	50	0,070	2,506	0,281
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,164	2,459	0,316
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,205	2,478	0,327

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,430	1,000	0,000	--	0,667	--
SLD	1,200	1,420	1,000	0,039	0,020	0,821	0,470
SLV	1,200	1,380	1,000	0,075	0,037	1,928	0,380
SLC	1,200	1,380	1,000	0,000	--	2,408	--

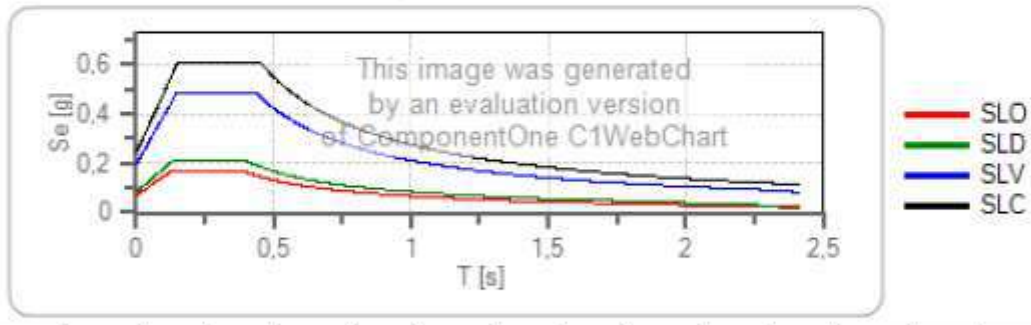
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

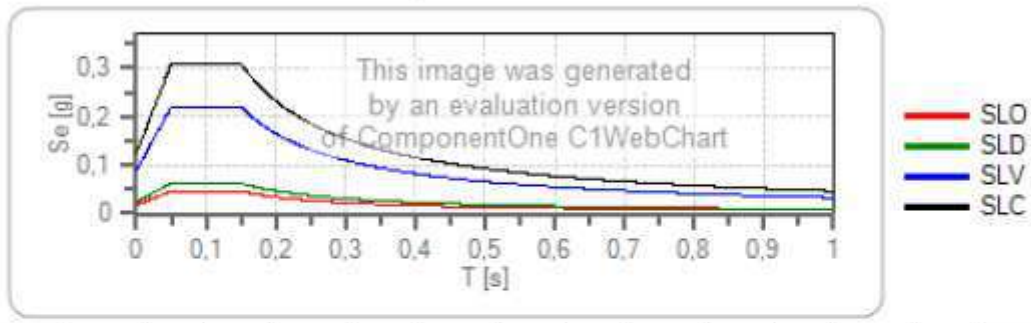
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,057	2,514	0,269	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,128	0,385	1,827
SLD	1	0,070	2,506	0,281	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,133	0,399	1,879
SLV	1	0,164	2,469	0,316	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,146	0,437	2,255
SLC	1	0,205	2,478	0,327	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,151	0,452	2,419

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,057	2,514	0,269	1,000	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,070	2,506	0,281	1,000	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,164	2,469	0,316	1,000	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,205	2,478	0,327	1,000	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

ANALISI CARTOGRAFIE E VINCOLI

Da un punto di vista geomorfologico sia dai rilievi di campagna sia consultando le carte dell' Inventario dei Fenomeni Franosi dell'Ispra e dell'Autorità di Bacino si nota una situazione anomala poichè l'Autorità di Bacino cartografa un'Area di Detrito di Versante che in realtà non è presente in campagna né tantomeno segnata nella Carta dell'Ispra come area in frana.

In campagna invece la morfologia si presenta completamente piatta configurandosi come un'area alluvionale posta ai bordi della catena Martana. Tale area di Detrito (fra l'altro non presente) non può configurarsi comunque come un area in frana, Si conferma pertanto che l'area non è soggetta a rischio Frane .

L'Area non è ricompresa tra quelle a rischio esondazione.

Verifica condizioni di liquefazione

In considerazione delle NTC18 si ha la necessità di verificare se vi siano le condizioni di possibili rischi di liquefazione dei terreni presenti nel sottosuolo. Tali verifiche si possono omettere, perché il rischio non sussiste, qualora siano soddisfatte delle condizioni tra cui l'assenza di una falda idrica con una profondità media entro i 15 metri dal piano come avviene nel sito in esame.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Ai sensi dell' NTC 2018 e successive modifiche, il comune di Acquasparta è classificato come *Zona 2*; mentre il terreno investigato e sede del futuro intervento edilizio rientra ai sensi delle NTC 2018 nella *Categoria B* della suddetta ordinanza.

Questa categoria comprende **B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

La categoria Topografica è la T1.

CONSIDERAZIONI TECNICHE

Il progetto prevede l'attuazione di un Piano attuativo di iniziativa privata in area artigianale .

Lo stato dei luoghi e le risultanze delle indagini effettuate denotano che l'area è idonea ad accogliere il progetto .

Per la fase strutturale saranno indicati i valori geotecnici dei terreni di fondazione anche in virtù delle risultanze delle analisi di laboratori effettuate sui campioni prelevati nella fase di indagine.

CONCLUSIONI

Dalle osservazioni compiute sul posto si può dedurre che dal punto di vista geologico geomorfologico non esistono impedimenti fisici alla fattibilità dell'opera in quanto data la posizione topografica e la composizione del substrato, **il sito non è interessato da episodi franosi in evoluzione o da fenomeni erosivi particolarmente intensi.**

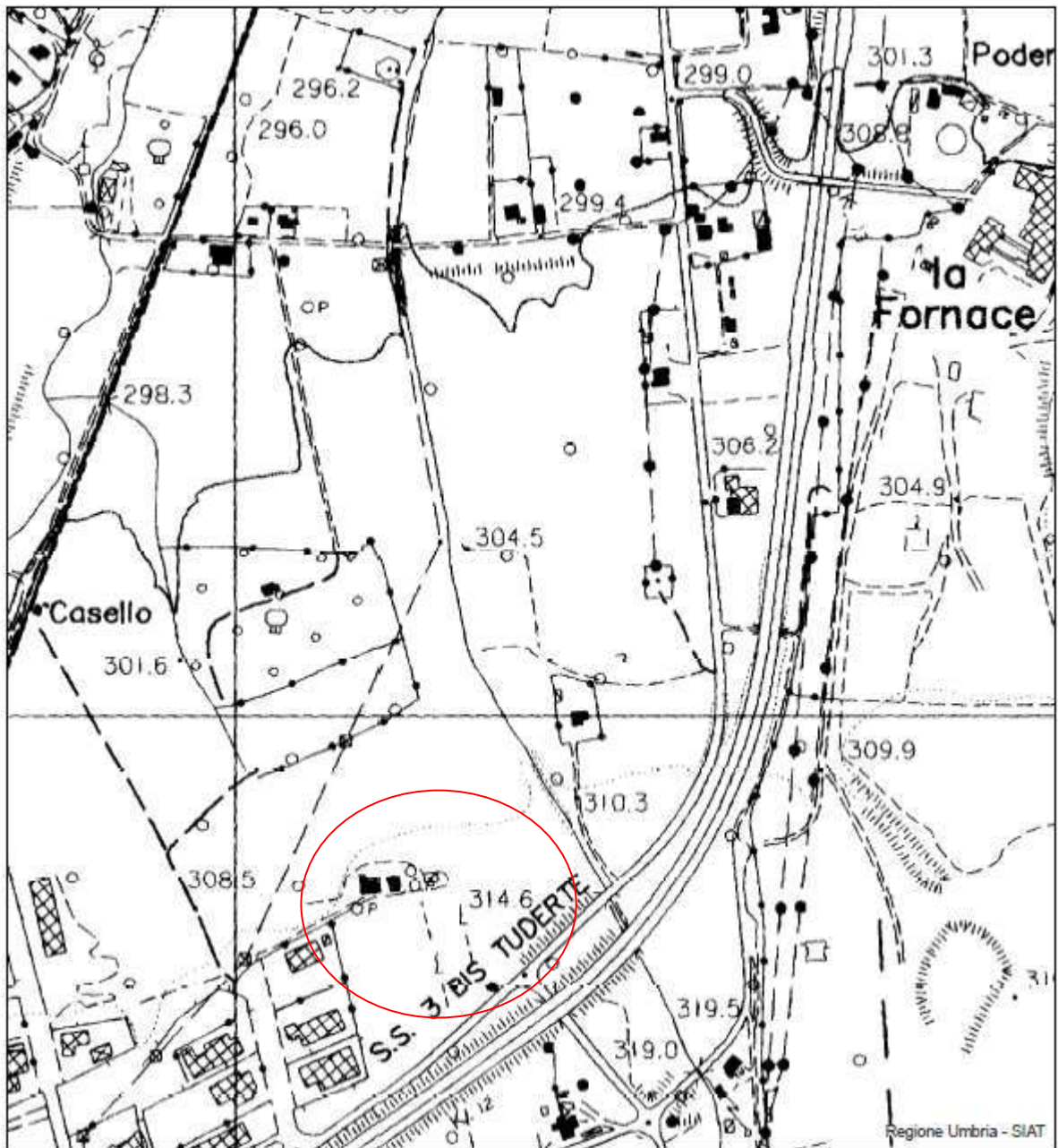
Vista la posizione topografica del lotto in esame e l'approfondimento del fiume Naia e dei fossi limitrofi sono da escludersi fenomeni di esondazione dello stesso, sono comunque in corso studi idraulici del fosso .

Si tenga presente che la tipologia , l'ampiezza delle indagini e le relative considerazioni sono strettamente subordinate al tipo e alle dimensioni della annesso in progetto , e pertanto non devono essere generalizzate per interventi di altra natura.

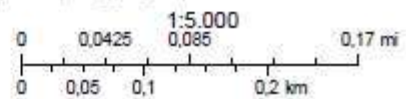
Acquasparta Gennaio 2022.-

Dott. Geologo Stefano LITI



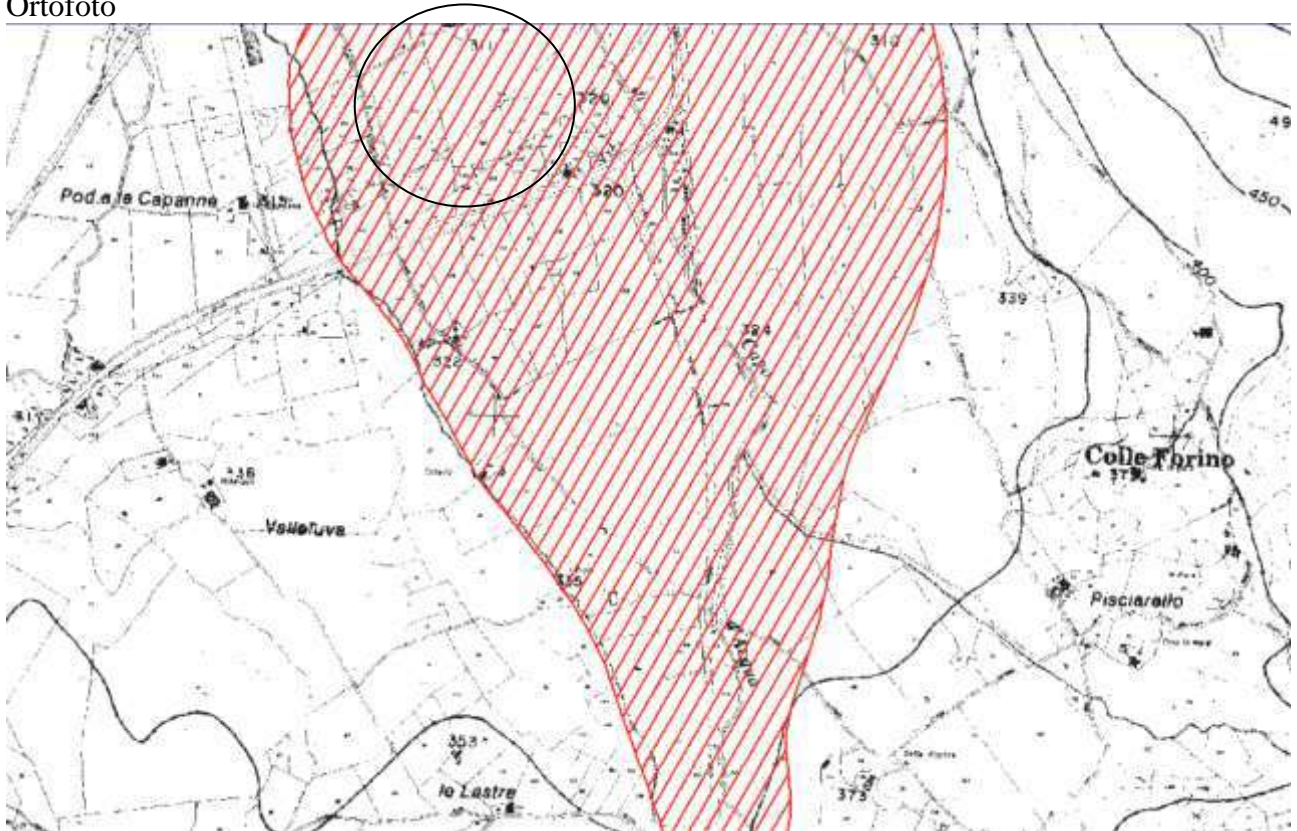


13 febbraio 2020





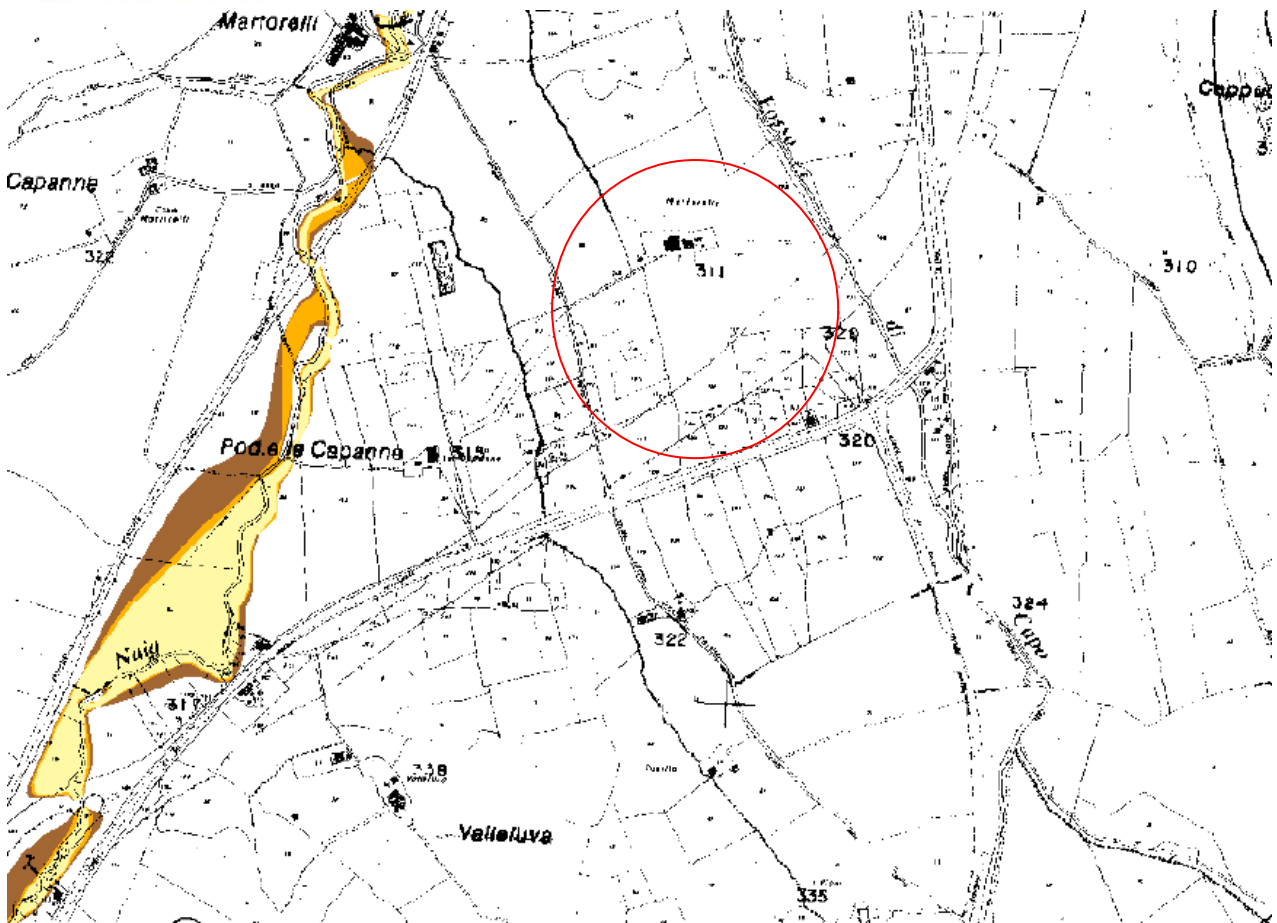
Ortofoto



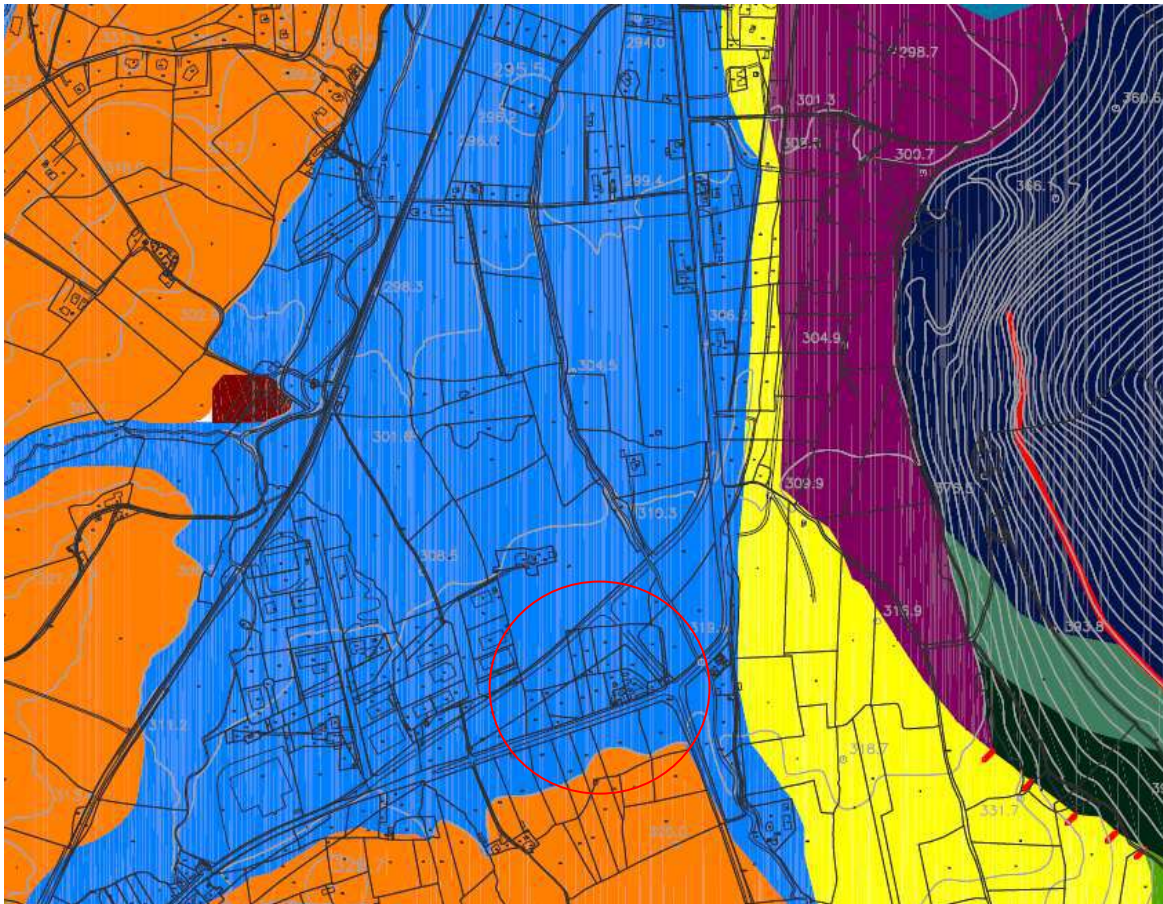
Stralcio Carta Inventario fenomeni Franosi

Inventario delle frane

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento
				frana per scivolamento
				frana per colamento
				frana complessa
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso
				falda e/o cono di detrito
				debris flow (colata di detrito)



Stralcio Carta PAI



LEGENDA



Faglie
Faglie dirette e loro probabile prosecuzione le frecce indicano la parte ribassata



Depositi Alluvionali
in rapporto alla morfologia e la dinamica attuale con limi, limi argillosi prevalenti. (Pleistocene Olocene)



Coltre Eluvio Colluviale
Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato accumulati in posto (eluvium) o sedimentati sul versante per trasporto di massa e/o ruscellamento diffuso (Colluvium). (Pleistocene - Olocene).



Terre Rosse in depressioni Carsiche
Depositi residuali a matrice limoso argillosa derivanti da dissoluzione di terreni carbonatici. (Pleistocene - Olocene)



Depositi di Falda
Depositi essenzialmente gravitativi a granulometria variabile da ben classificati a fortemente eterometrici con clasti a spigoli vivi. Depositi in rapporto con la morfologia attuale (Olocene)



Vulcaniti
Le Piroclastici di Acquasparta formano un plateau piroclastico che si allunga a partire da Massa Martana (Nord di Acquasparta), per circa 10 Km, Pleistocene inferiore. Lo spessore di detti materiali è variabile dai 10 ai 25 metri in località Colle Pulcino lo spessore misurato è di circa 20 metri.



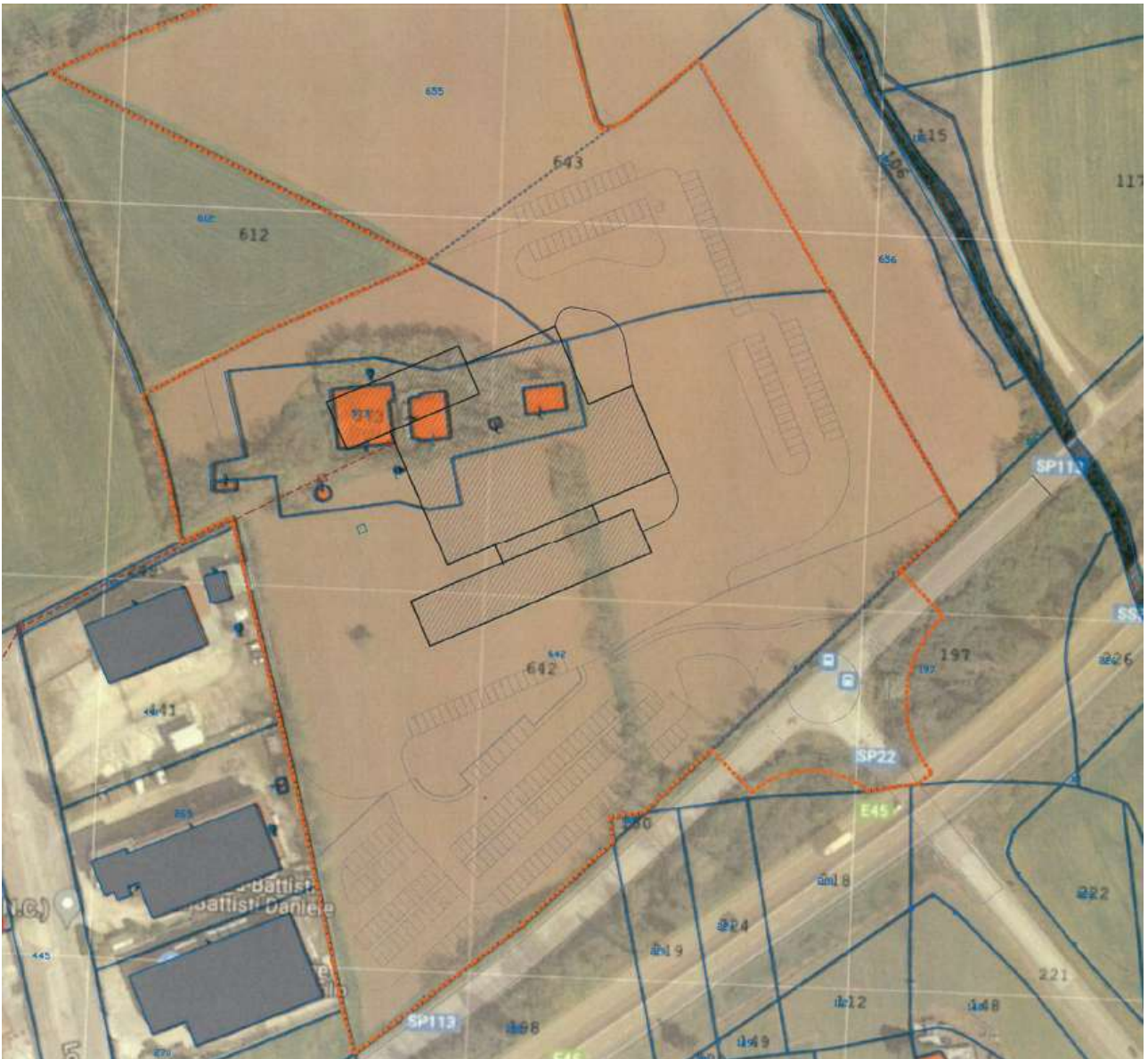
Unità Di Acquasparta
Depositi Carbonatici e Travertinosi, questa unità si presenta nelle porzioni marginali del Bacino Tiberino è possibile suddividerla in due Facies Depositi calcarei non cementati (Sabbie e limi calcarei Sabbie Travertinose s.l., e Depositi calcarei cementati (Travertino s.l.)
Lo spessore della formazione è di almeno 80-100 metri. (Pleistocene Inf.)



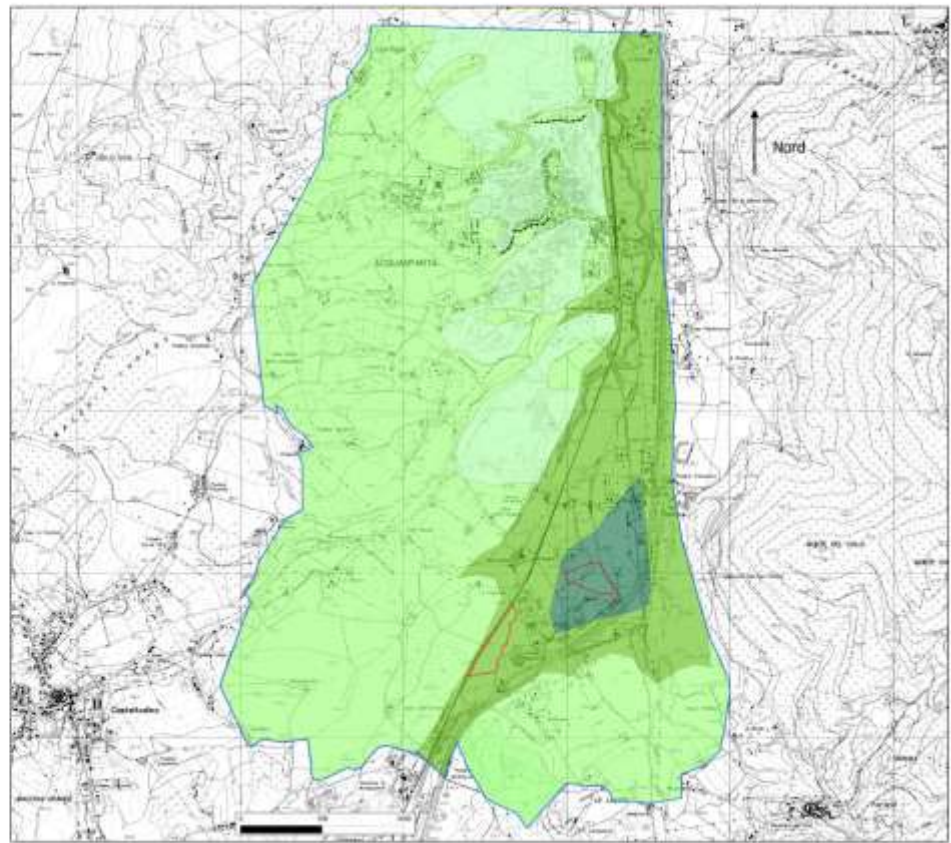
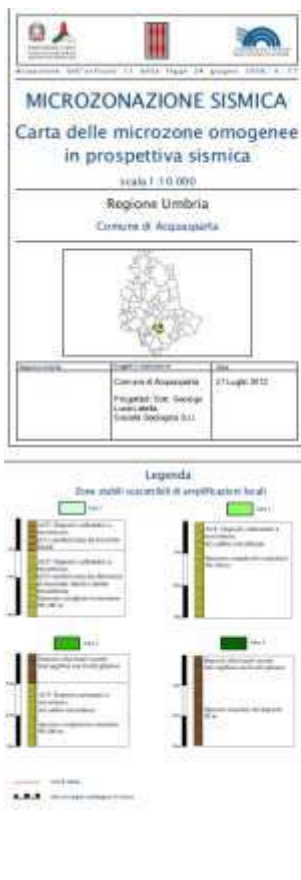
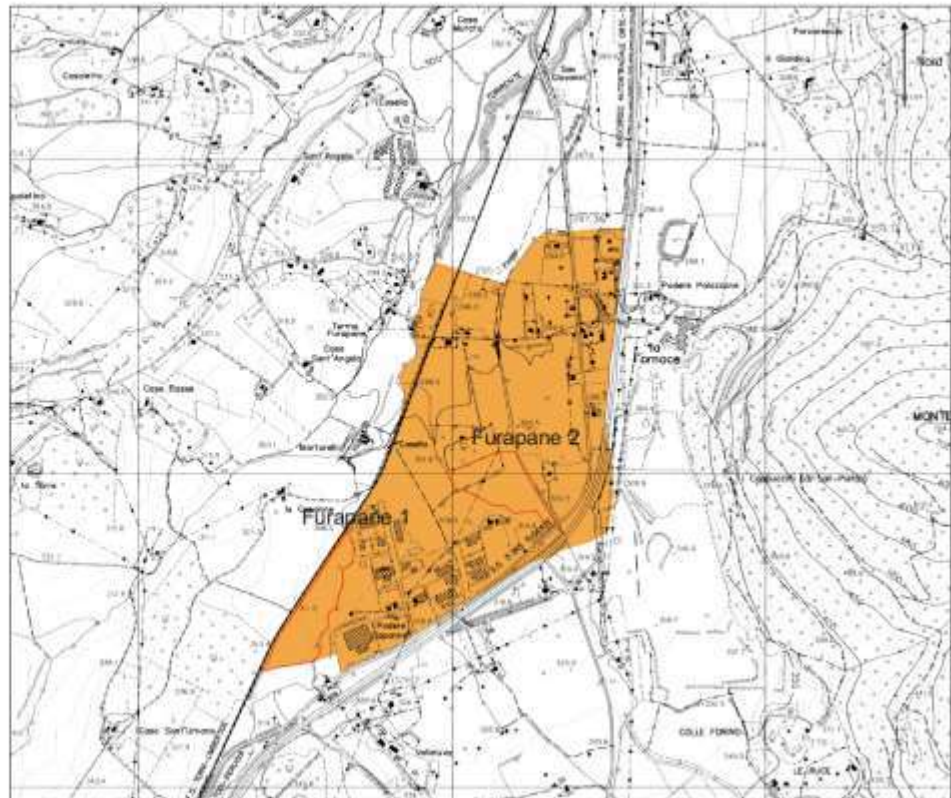
Unità S. Maria di Ciciliano
Argille e Argille Limose con intercalati livelli tabulari sabbiosi e localmente ghiaiosi e ligniti.
Ambiente di sedimentazione di plans alluvionale (Pleistocene inf.)



Schlier
Marne e Marne Calcaree, marne siltose grige passanti verso l'alto ad argille mamose (Burdigaliano p.p. - Langhiano)



Stralcio planimetria con sovrapposizione Ortofoto



STRATIGRAFIA SONDAGGIO

S1

Trivella: Beretta T 46

Operatore: Giorgio Arcangeli

Carotiere semplice Ø101mm

Impresa: Ge.Ar. s.a.s.
Geologo: Stefano Liti

Committente:

Loc.: Zona Industriale di Acquasparta - S.P. 113 Tiberina

Data: 16/febb/2022

profondità m		Litologia	Descrizione litologica	Descrizione geotecnica								
parz.	progr.			% carot.	campioni CI	Poket p. PPT	SPT					
						15	30	45	m			
1	0.9		Limi sabbiosi molto alterati									
	0.9											
3	5.8		Argille marroni e grigiastre a media plasticità con qualche clasto incluso	SICH 2.0 2.7	3.5	8	8	10	1.7			
											2.15	
5									12	14	17	4.7
												5.15
7	6.7		Ghiaie sature in matrice sabbiosa			10			7.0			
	0.8									13	16	7.45
	7.5											
9	1.2		Limi argillosi a media plasticità marroni		3.8							
	8.7											
11	2.3		Argille limose grigiastre a media consistenza		4.5							
	11.0											
13												
15												
17												
19												

NOTE:



Cassetta catalogatrice n° 1
 Da 0 a 5 m



Cassetta catalogatrice n° 2
 Da 5 a 10 m



Piazzamento "S1"



Cassetta catalogatrice n° 3
 Da 10 a 11 m



REPORT PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

SUPER PESANTI (DPSH)

UBICAZIONE: Comune di Acquasparta (TR)

COMMITTENTE: Cardinalini S.p.a.

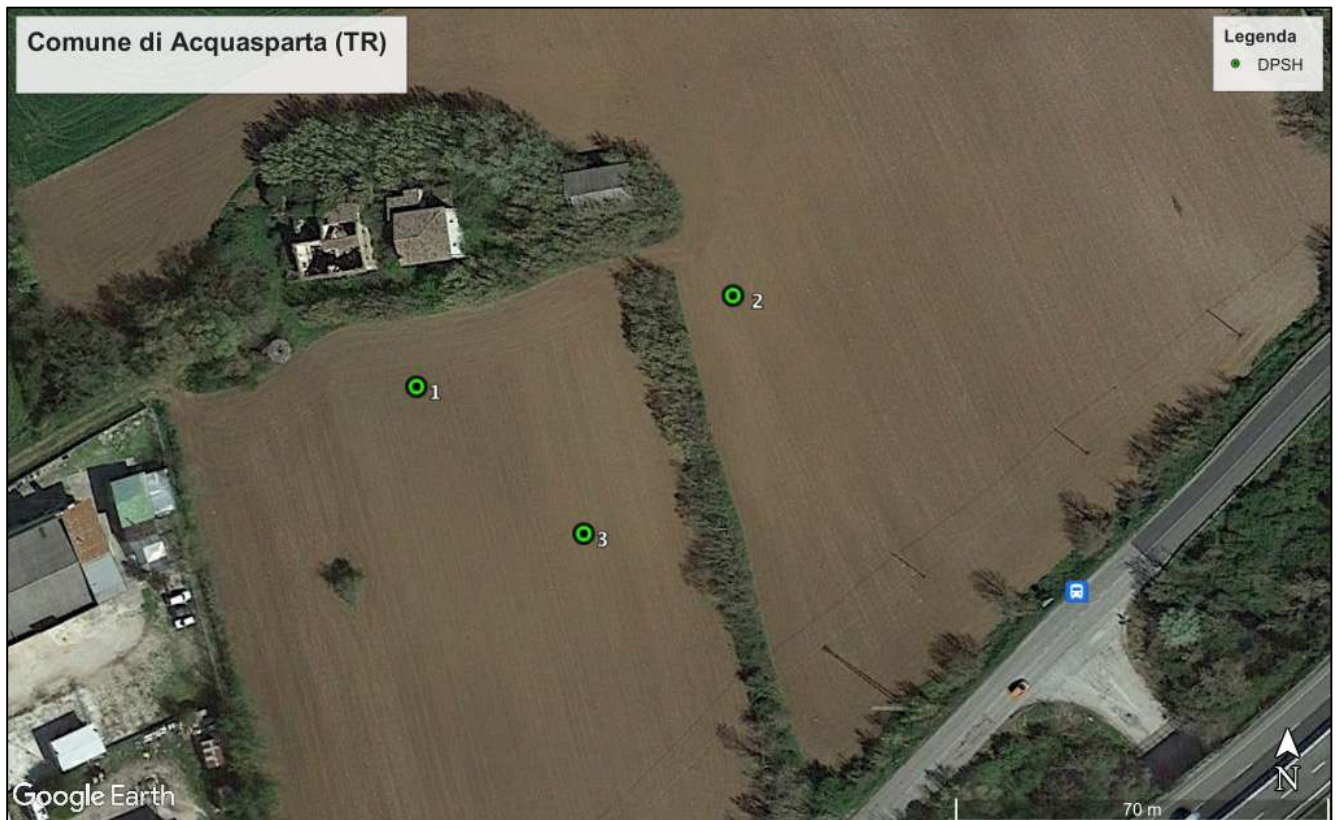


Fig.1: localizzazione prove penetrometriche super pesanti DPSH

Il Tecnico

Dott. Geol. Gabriele Perotti

Premessa

In data 24-01-2022 su incarico di Cardinalini S.p.a. sono state eseguite indagini geotecniche nel Comune di Acquasparta (TR).

In riferimento all'incarico sono state eseguite le seguenti indagini geotecniche:

➤ **N.3 DPSH (Prova penetrometrica superpesante)**

L'ubicazione di tali indagini è stata valutata in modo da posizionarle il più vicino possibile all'opera in progetto e viene riportata in Fig.1.

Coordinate GPS:

42.667405° N, 12.549116° E

Altitudine: 311 m s.l.m.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73kg
Altezza di caduta libera	0,75m
Peso sistema di battuta	0,6kg
Diametro punta conica	51,00mm
Area di base punta	20,43cm ²
Lunghezza delle aste	1m
Peso aste a metro	5,5kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40m
Avanzamento punta	0,20m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,762
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere 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

Correlazione con N_{spt}

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 N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. 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 Q_{spt} 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

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

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.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(\text{Pa}'/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad \text{Pa} = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

- **Media:** Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Media minima:** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Massimo:** Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Minimo:** Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Scarto quadratico medio:** Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Media deviata:** Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Media (+ s):** Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
- **Media (- s):** Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.: Il valore di $N_{Spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{Spt,k} = N_{Spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{Spt}})$$

dove $\sigma_{N_{Spt}}$ è la deviazione standard di N_{Spt}

Distribuzione normale R.N.C.: Il valore di $N_{Spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{Spt} distribuiti normalmente:

$$N_{Spt,k} = N_{Spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{Spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONAL RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coazione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coazione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coazione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_0)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_0 (E_{ed}) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

Elaborazione DPSH

Stima Parametri Geotecnici Prova n.1:

Profondità (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	2	0,855	21,14	24,73	1,06	1,24
0,40	2	0,851	21,04	24,73	1,05	1,24
0,60	3	0,847	29,38	34,69	1,47	1,73
0,80	4	0,843	39,00	46,25	1,95	2,31
1,00	4	0,840	38,84	46,25	1,94	2,31
1,20	3	0,836	29,01	34,69	1,45	1,73
1,40	3	0,833	28,89	34,69	1,44	1,73
1,60	4	0,830	36,02	43,43	1,80	2,17
1,80	4	0,826	35,88	43,43	1,79	2,17
2,00	4	0,823	35,75	43,43	1,79	2,17
2,20	4	0,820	35,61	43,43	1,78	2,17
2,40	5	0,817	44,36	54,28	2,22	2,71
2,60	5	0,814	41,66	51,16	2,08	2,56
2,80	4	0,811	33,21	40,93	1,66	2,05
3,00	4	0,809	33,10	40,93	1,65	2,05
3,20	4	0,806	32,99	40,93	1,65	2,05
3,40	4	0,803	32,88	40,93	1,64	2,05
3,60	4	0,801	30,99	38,70	1,55	1,94
3,80	3	0,798	23,17	29,03	1,16	1,45
4,00	3	0,796	23,10	29,03	1,16	1,45
4,20	3	0,794	23,04	29,03	1,15	1,45
4,40	3	0,791	22,97	29,03	1,15	1,45
4,60	4	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	4	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	5	0,785	36,02	45,88	1,80	2,29
5,20	5	0,783	35,92	45,88	1,80	2,29
5,40	5	0,781	35,83	45,88	1,79	2,29
5,60	6	0,779	40,79	52,35	2,04	2,62
5,80	6	0,777	40,69	52,35	2,03	2,62
6,00	6	0,775	40,60	52,35	2,03	2,62
6,20	6	0,774	40,51	52,35	2,03	2,62
6,40	8	0,772	53,89	69,81	2,69	3,49
6,60	8	0,770	51,26	66,54	2,56	3,33
6,80	10	0,769	63,94	83,18	3,20	4,16
7,00	13	0,717	77,55	108,13	3,88	5,41
7,20	13	0,716	77,38	108,13	3,87	5,41
7,40	18	0,714	106,92	149,72	5,35	7,49
7,60	21	0,663	110,58	166,87	5,53	8,34
7,80	22	0,661	115,60	174,81	5,78	8,74
8,00	29	0,660	152,07	230,44	7,60	11,52
8,20	35	0,609	169,25	278,11	8,46	13,91

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	2,33	28,05	Incoerente - coesivo	0	1,71	1,87	0,05	1,76	4,11	Unità A
6,2	4,25	42,14	Incoerente - coesivo	0	1,88	1,9	0,63	1,76	7,49	Unità B
6,8	8,67	73,17	Incoerente - coesivo	0	2,07	2,28	1,22	1,76	15,28	Unità C
8,2	21,57	173,74	Incoerente - coesivo	0	2,41	2,5	1,45	1,76	38,01	Unità D

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] - Unità A	4,11	0,60	0,26	0,51	0,25	0,17	0,40	0,84	0,37	0,74	0,21	0,66	0,51
[2] - Unità B	7,49	6,20	0,47	0,94	0,25	0,30	0,73	1,26	0,67	1,00	0,37	0,51	0,94
[3] - Unità C	15,28	6,80	1,03	1,91	1,00	0,60	1,51	2,20	1,32	1,65	0,76	1,72	1,91
[4] - Unità D	38,01	8,20	2,57	4,75	0,00	1,39	3,79	5,21	2,97	3,99	1,90	5,38	4,75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Robertson (1983)	8,22
[2] - Unità B	7,49	6,20	Robertson (1983)	14,98
[3] - Unità C	15,28	6,80	Robertson (1983)	30,56
[4] - Unità D	38,01	8,20	Robertson (1983)	76,02

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Unità A	4,11	0,60	18,86	61,65	43,71	51,38
[2] - Unità B	7,49	6,20	34,36	--	78,19	93,63
[3] - Unità C	15,28	6,80	70,11	--	157,64	152,80
[4] - Unità D	38,01	8,20	174,39	--	389,47	380,10

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Unità A	4,11	0,60	26,87	41,10
[2] - Unità B	7,49	6,20	65,74	74,90
[3] - Unità C	15,28	6,80	155,32	152,80
[4] - Unità D	38,01	8,20	416,72	380,10

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Unità A	4,11	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Unità B	7,49	6,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - Unità C	15,28	6,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - Unità D	38,01	8,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Meyerhof	1,71
[2] - Unità B	7,49	6,20	Meyerhof	1,88
[3] - Unità C	15,28	6,80	Meyerhof	2,07
[4] - Unità D	38,01	8,20	Meyerhof	2,41

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Meyerhof	1,87
[2] - Unità B	7,49	6,20	Meyerhof	1,90
[3] - Unità C	15,28	6,80	Meyerhof	2,28
[4] - Unità D	38,01	8,20	Meyerhof	2,50

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	4,11	0,60		0
[2] - Unità B	7,49	6,20		0
[3] - Unità C	15,28	6,80		0
[4] - Unità D	38,01	8,20		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Unità A	4,11	0,60	22,25	49,12	73,24	18,42
[2] - Unità B	7,49	6,20	23,86	49,85	50,6	27,17
[3] - Unità C	15,28	6,80	30,79	59,28	59,84	43,52
[4] - Unità D	38,01	8,20	48,37	88,33	88,4	70,75

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	28,17	21,17	29,15	33,74	31,29	0	<30	22,85	28,23	31,14	24,07
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	29,14	22,14	30,1	29,27	32,69	0	<30	25,6	29,25	34,19	27,24
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	31,37	24,37	32,28	28,99	35,56	36,3	30-32	30,14	31,58	38,18	32,48
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	37,86	30,86	38,64	30,09	41,18	40,37	35-38	38,88	38,4	45,25	42,57

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	---	32,88	---	---	---
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	---	59,92	---	---	---
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	279,02	122,24	181,00	294,60	151,40
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	440,07	304,08	449,22	465,07	265,05

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	---	35,91	29,18	56,33
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	---	42,85	53,18	71,41
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	91,68	58,85	108,49	106,15
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	228,06	105,54	269,87	207,52

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Terzaghi-Peck 1948	1,40
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	Terzaghi-Peck 1948	1,45
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	Terzaghi-Peck 1948	1,54
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	Terzaghi-Peck 1948	1,77

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Terzaghi-Peck 1948	1,87
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	Terzaghi-Peck 1948	1,90
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	Terzaghi-Peck 1948	1,96
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	Terzaghi-Peck 1948	2,10

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	(A.G.I.)	0,35
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	(A.G.I.)	0,34
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	(A.G.I.)	0,32
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	245,43	296,46
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	431,45	427,78
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	843,31	661,32
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	1986,17	1154,06

Velocità onde di taglio

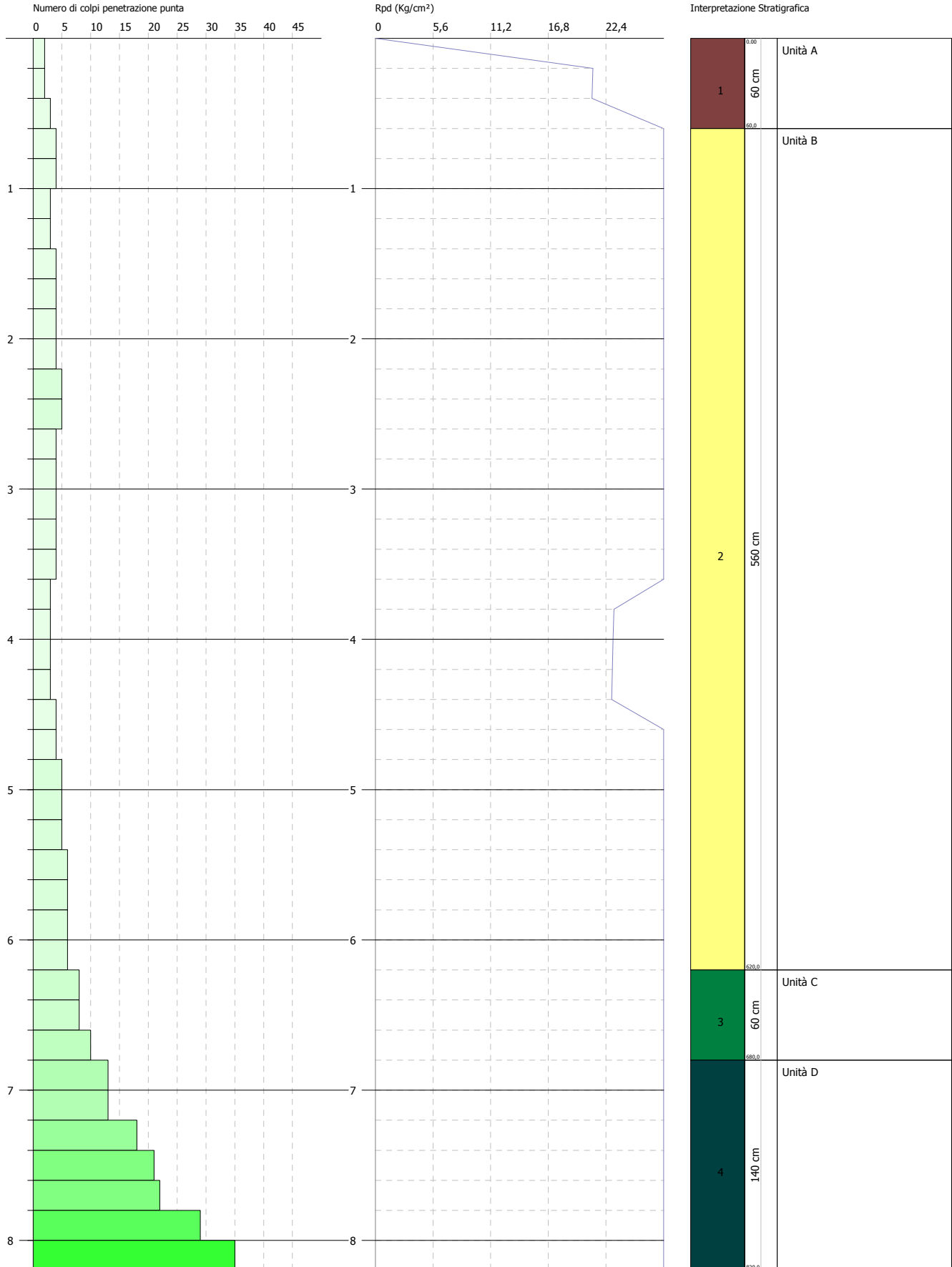
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Ohta & Goto (1978) Limi	69,25
[2] - Unità B	7,49	6,20	7,49	Ohta & Goto (1978) Limi	122,74
[3] - Unità C	15,28	6,80	15,28	Ohta & Goto (1978) Limi	157,35
[4] - Unità D	38,01	8,20	38,01	Ohta & Goto (1978) Limi	189,38

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH 73 DEEP DRILL

Committente: Ditta Cardinalini
 Descrizione:
 Località: Comune di Acquasparta (TR)

Data: 24/01/2022

Scala 1:36



Stima Parametri Geotecnici Prova n.2:

Profondità (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	1	0,855	10,57	12,37	0,53	0,62
0,40	3	0,851	31,56	37,10	1,58	1,85
0,60	3	0,847	29,38	34,69	1,47	1,73
0,80	4	0,843	39,00	46,25	1,95	2,31
1,00	4	0,840	38,84	46,25	1,94	2,31
1,20	5	0,836	48,35	57,81	2,42	2,89
1,40	5	0,833	48,15	57,81	2,41	2,89
1,60	5	0,830	45,03	54,28	2,25	2,71
1,80	5	0,826	44,85	54,28	2,24	2,71
2,00	6	0,823	53,62	65,14	2,68	3,26
2,20	6	0,820	53,42	65,14	2,67	3,26
2,40	6	0,817	53,23	65,14	2,66	3,26
2,60	6	0,814	49,99	61,39	2,50	3,07
2,80	5	0,811	41,51	51,16	2,08	2,56
3,00	6	0,809	49,65	61,39	2,48	3,07
3,20	6	0,806	49,48	61,39	2,47	3,07
3,40	8	0,803	65,76	81,85	3,29	4,09
3,60	9	0,801	69,74	87,08	3,49	4,35
3,80	9	0,798	69,52	87,08	3,48	4,35
4,00	10	0,796	77,02	96,75	3,85	4,84
4,20	10	0,794	76,79	96,75	3,84	4,84
4,40	11	0,791	84,23	106,43	4,21	5,32
4,60	14	0,739	94,97	128,46	4,75	6,42
4,80	15	0,737	101,45	137,64	5,07	6,88
5,00	13	0,735	87,68	119,29	4,38	5,96
5,20	19	0,733	127,79	174,34	6,39	8,72
5,40	26	0,681	162,48	238,57	8,12	11,93
5,60	35	0,629	192,14	305,40	9,61	15,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	2,33	28,05	Incoerente - coesivo	0	1,71	1,87	0,05	1,76	4,11	Unità A
3,2	5,31	57,49	Incoerente - coesivo	0	1,95	2,14	0,36	1,76	9,36	Unità B
4,4	9,5	92,66	Incoerente - coesivo	0	2,08	2,29	0,73	1,76	16,74	Unità C
5,6	20,33	183,95	Incoerente - coesivo	0	2,32	2,5	1,0	1,76	35,82	Unità D

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] - Unità A	4,11	0,60	0,26	0,51	0,25	0,17	0,40	0,84	0,37	0,74	0,21	0,66	0,51
[2] - Unità B	9,36	3,20	0,63	1,17	0,50	0,38	0,92	1,73	0,83	1,15	0,47	1,23	1,17
[3] - Unità C	16,74	4,40	1,13	2,09	1,00	0,66	1,65	2,78	1,44	1,78	0,84	2,34	2,09
[4] - Unità D	35,82	5,60	2,42	4,48	0,00	1,32	3,57	5,52	2,83	3,73	1,79	5,47	4,48

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Robertson (1983)	8,22
[2] - Unità B	9,36	3,20	Robertson (1983)	18,72
[3] - Unità C	16,74	4,40	Robertson (1983)	33,48
[4] - Unità D	35,82	5,60	Robertson (1983)	71,64

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Unità A	4,11	0,60	18,86	61,65	43,71	51,38
[2] - Unità B	9,36	3,20	42,94	--	97,26	117,00
[3] - Unità C	16,74	4,40	76,80	--	172,53	167,40
[4] - Unità D	35,82	5,60	164,34	--	367,13	358,20

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Unità A	4,11	0,60	26,87	41,10
[2] - Unità B	9,36	3,20	87,24	93,60
[3] - Unità C	16,74	4,40	172,11	167,40
[4] - Unità D	35,82	5,60	391,53	358,20

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Unità A	4,11	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Unità B	9,36	3,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Unità C	16,74	4,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - Unità D	35,82	5,60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Meyerhof	1,71
[2] - Unità B	9,36	3,20	Meyerhof	1,95
[3] - Unità C	16,74	4,40	Meyerhof	2,08
[4] - Unità D	35,82	5,60	Meyerhof	2,32

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	Meyerhof	1,87
[2] - Unità B	9,36	3,20	Meyerhof	2,14
[3] - Unità C	16,74	4,40	Meyerhof	2,29
[4] - Unità D	35,82	5,60	Meyerhof	2,50

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	4,11	0,60		0
[2] - Unità B	9,36	3,20		0
[3] - Unità C	16,74	4,40		0
[4] - Unità D	35,82	5,60		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Unità A	4,11	0,60	22,25	49,12	73,24	18,42
[2] - Unità B	9,36	3,20	32,38	62,52	65,34	31,56
[3] - Unità C	16,74	4,40	38,66	71,74	71,36	46,07
[4] - Unità D	35,82	5,60	52,65	96,44	94,72	68,91

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	28,17	21,17	29,15	33,74	31,29	0	<30	22,85	28,23	31,14	24,07
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	29,67	22,67	30,62	30,86	33,43	0	<30	26,85	29,81	37,17	28,68
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	31,78	24,78	32,69	30,23	36,05	38,04	30-32	30,85	32,02	40,81	33,3
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	37,23	30,23	38,03	30,8	40,81	41,5	32-35	38,18	37,75	46,45	41,77

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	---	32,88	---	---	---
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	---	74,88	111,15	---	---
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	292,04	133,92	198,23	305,55	158,70
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	427,20	286,56	423,38	448,65	254,10

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	---	35,91	29,18	56,33
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	---	46,69	66,46	79,75
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	100,44	61,85	118,85	112,66
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	214,92	101,04	254,32	197,76

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Terzaghi-Peck 1948	1,40
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	Terzaghi-Peck 1948	1,47
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	Terzaghi-Peck 1948	1,56
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	Terzaghi-Peck 1948	1,75

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Terzaghi-Peck 1948	1,87
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	Terzaghi-Peck 1948	1,91
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	Terzaghi-Peck 1948	1,97
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	Terzaghi-Peck 1948	2,09

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	(A.G.I.)	0,35
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	(A.G.I.)	0,34
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	(A.G.I.)	0,32
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	245,43	296,46
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	532,00	490,18
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	918,85	699,24
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	1878,41	1112,96

Velocità onde di taglio

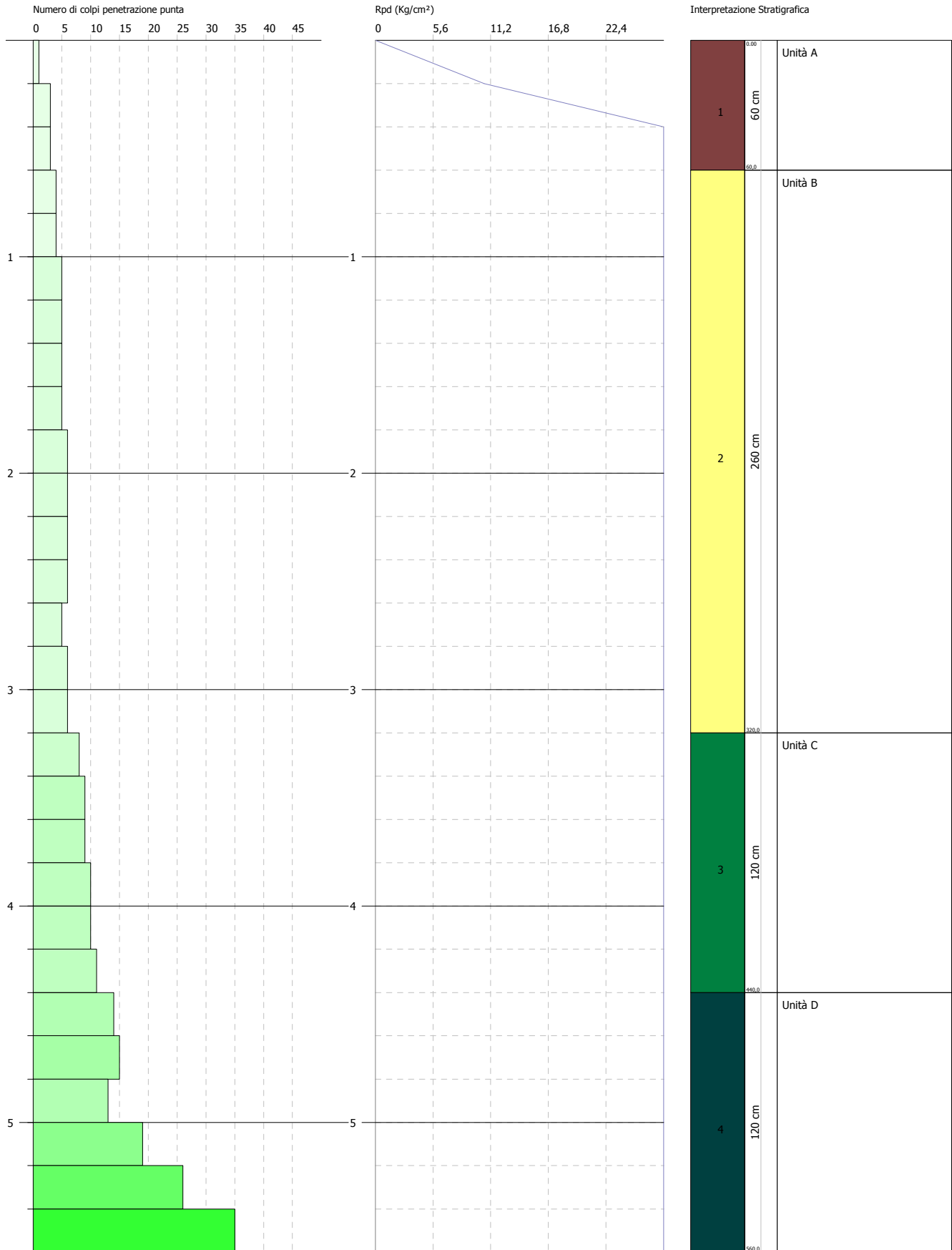
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	4,11	0,60	4,11	Ohta & Goto (1978) Limi	69,25
[2] - Unità B	9,36	3,20	9,36	Ohta & Goto (1978) Limi	114,01
[3] - Unità C	16,74	4,40	16,74	Ohta & Goto (1978) Limi	144,12
[4] - Unità D	35,82	5,60	35,82	Ohta & Goto (1978) Limi	173,33

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH 73 DEEP DRILL

Committente: Ditta Cardinalini
 Descrizione:
 Località: Comune di Acquasparta (TR)

Data: 24/01/2022

Scala 1:25



Stima Parametri Geotecnici Prova n.3:

Profondità (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	1	0,855	10,57	12,37	0,53	0,62
0,40	1	0,851	10,52	12,37	0,53	0,62
0,60	4	0,847	39,17	46,25	1,96	2,31
0,80	4	0,843	39,00	46,25	1,95	2,31
1,00	4	0,840	38,84	46,25	1,94	2,31
1,20	4	0,836	38,68	46,25	1,93	2,31
1,40	4	0,833	38,52	46,25	1,93	2,31
1,60	4	0,830	36,02	43,43	1,80	2,17
1,80	4	0,826	35,88	43,43	1,79	2,17
2,00	5	0,823	44,68	54,28	2,23	2,71
2,20	5	0,820	44,52	54,28	2,23	2,71
2,40	4	0,817	35,48	43,43	1,77	2,17
2,60	4	0,814	33,32	40,93	1,67	2,05
2,80	5	0,811	41,51	51,16	2,08	2,56
3,00	5	0,809	41,37	51,16	2,07	2,56
3,20	4	0,806	32,99	40,93	1,65	2,05
3,40	4	0,803	32,88	40,93	1,64	2,05
3,60	4	0,801	30,99	38,70	1,55	1,94
3,80	5	0,798	38,62	48,38	1,93	2,42
4,00	6	0,796	46,21	58,05	2,31	2,90
4,20	6	0,794	46,07	58,05	2,30	2,90
4,40	8	0,791	61,26	77,40	3,06	3,87
4,60	7	0,789	50,69	64,23	2,53	3,21
4,80	8	0,787	57,78	73,41	2,89	3,67
5,00	9	0,785	64,83	82,58	3,24	4,13
5,20	9	0,783	64,66	82,58	3,23	4,13
5,40	11	0,781	78,83	100,94	3,94	5,05
5,60	10	0,779	67,99	87,26	3,40	4,36
5,80	13	0,727	82,50	113,43	4,12	5,67
6,00	13	0,725	82,29	113,43	4,11	5,67
6,20	17	0,724	107,36	148,34	5,37	7,42
6,40	15	0,722	94,50	130,89	4,73	6,54
6,60	19	0,720	113,84	158,04	5,69	7,90
6,80	23	0,669	127,93	191,31	6,40	9,57
7,00	35	0,617	179,67	291,12	8,98	14,56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	1	12,37	Incoerente - coesivo	0	1,54	1,85	0,03	1,76	1,76	Unità A
4,2	4,47	47,28	Incoerente - coesivo	0	1,9	1,9	0,42	1,76	7,88	Unità B
5,6	8,86	81,2	Incoerente - coesivo	0	2,07	2,28	0,93	1,76	15,61	Unità C
7	19,29	163,79	Incoerente - coesivo	0	2,25	2,5	1,23	1,76	33,99	Unità D

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] - Unità A	1,76	0,40	0,11	0,22	0,00	0,07	0,17	0,37	0,16	0,57	0,09	0,27	0,22
[2] - Unità B	7,88	4,20	0,49	0,99	0,25	0,32	0,77	1,42	0,70	1,03	0,39	0,84	0,99
[3] - Unità C	15,61	5,60	1,05	1,95	1,00	0,61	1,54	2,44	1,35	1,68	0,78	1,96	1,95
[4] - Unità D	33,99	7,00	2,29	4,25	0,00	1,26	3,39	4,91	2,71	3,53	1,70	4,95	4,25

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Unità A	1,76	0,40	Robertson (1983)	3,52
[2] - Unità B	7,88	4,20	Robertson (1983)	15,76
[3] - Unità C	15,61	5,60	Robertson (1983)	31,22
[4] - Unità D	33,99	7,00	Robertson (1983)	67,98

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Unità A	1,76	0,40	8,08	26,40	19,74	22,00
[2] - Unità B	7,88	4,20	36,15	--	82,16	98,50
[3] - Unità C	15,61	5,60	71,62	--	161,00	156,10
[4] - Unità D	33,99	7,00	155,95	--	348,47	339,90

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Unità A	1,76	0,40	-0,16	17,60
[2] - Unità B	7,88	4,20	70,22	78,80
[3] - Unità C	15,61	5,60	159,12	156,10
[4] - Unità D	33,99	7,00	370,49	339,90

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Unità A	1,76	0,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Unità B	7,88	4,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - Unità C	15,61	5,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - Unità D	33,99	7,00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Unità A	1,76	0,40	Meyerhof	1,54
[2] - Unità B	7,88	4,20	Meyerhof	1,90
[3] - Unità C	15,61	5,60	Meyerhof	2,07
[4] - Unità D	33,99	7,00	Meyerhof	2,25

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Unità A	1,76	0,40	Meyerhof	1,85
[2] - Unità B	7,88	4,20	Meyerhof	1,90
[3] - Unità C	15,61	5,60	Meyerhof	2,28
[4] - Unità D	33,99	7,00	Meyerhof	2,50

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	1,76	0,40		0
[2] - Unità B	7,88	4,20		0
[3] - Unità C	15,61	5,60		0
[4] - Unità D	33,99	7,00		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Unità A	1,76	0,40	8,49	32,59	55,82	11,67
[2] - Unità B	7,88	4,20	27,82	55,64	57,54	28,11
[3] - Unità C	15,61	5,60	34,54	65,02	64,91	44,11
[4] - Unità D	33,99	7,00	48,26	88,11	87,45	67,31

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	27,5	20,5	28,49	33,47	30,27	0	<30	20,14	27,53	23,82	20,93
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	29,25	22,25	30,21	30,21	32,85	0	<30	25,87	29,36	35,42	27,55
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	31,46	24,46	32,37	29,61	35,68	37,1	30-32	30,3	31,68	39,46	32,67
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	36,71	29,71	37,52	30,26	40,48	40,34	32-35	37,58	37,2	45,11	41,07

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	---	14,08	---	---	---
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	---	63,04	---	---	---
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	282,01	124,88	184,90	297,08	153,05
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	416,15	271,92	401,78	434,93	244,95

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	---	31,08	12,50	45,85
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	---	43,65	55,95	73,14
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	93,66	59,53	110,83	107,62
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	203,94	97,28	241,33	189,60

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	Terzaghi-Peck 1948	1,37
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	Terzaghi-Peck 1948	1,45
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	Terzaghi-Peck 1948	1,55
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	Terzaghi-Peck 1948	1,73

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	Terzaghi-Peck 1948	1,85
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	Terzaghi-Peck 1948	1,90
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	Terzaghi-Peck 1948	1,96
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	Terzaghi-Peck 1948	2,08

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	(A.G.I.)	0,35
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	(A.G.I.)	0,34
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	(A.G.I.)	0,32
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	110,58	176,57
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	452,53	441,25
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	860,42	670,01
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	1788,07	1077,87

Velocità onde di taglio

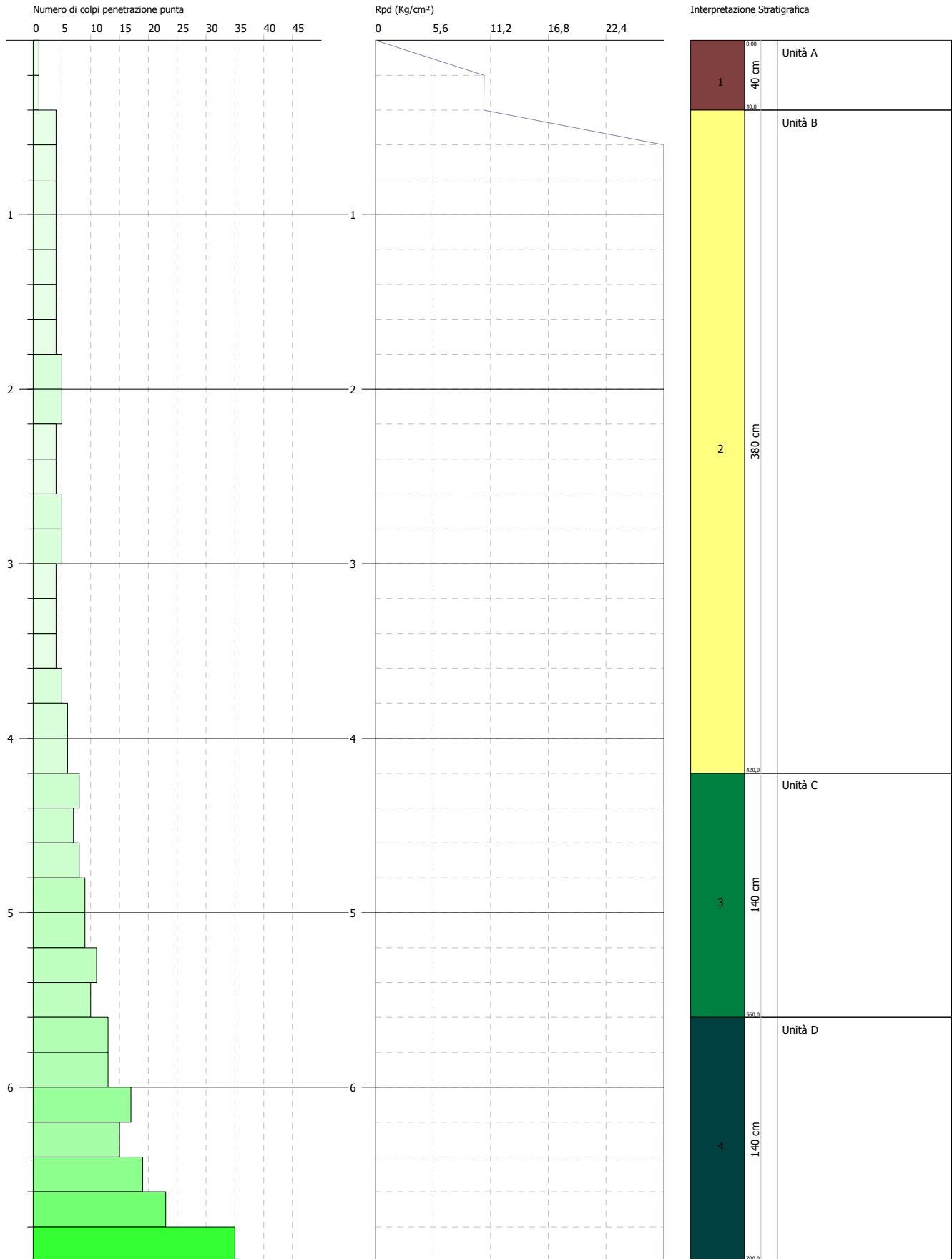
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Unità A	1,76	0,40	1,76	Ohta & Goto (1978) Limi	55,3
[2] - Unità B	7,88	4,20	7,88	Ohta & Goto (1978) Limi	114,82
[3] - Unità C	15,61	5,60	15,61	Ohta & Goto (1978) Limi	149,55
[4] - Unità D	33,99	7,00	33,99	Ohta & Goto (1978) Limi	179,6

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH 73 DEEP DRILL

Committente: Ditta Cardinalini
 Descrizione:
 Località: Comune di Acquasparta (TR)

Data: 24/01/2022

Scala 1:31



Documentazione fotografica

Dpsh n.1:



Dpsh n.2:



Dpsh n.3:





REPORT INDAGINI SISMICHE (MASW)

UBICAZIONE: Comune di Acquasparta (TR)

COMMITTENTE: Cardinalini S.p.a.

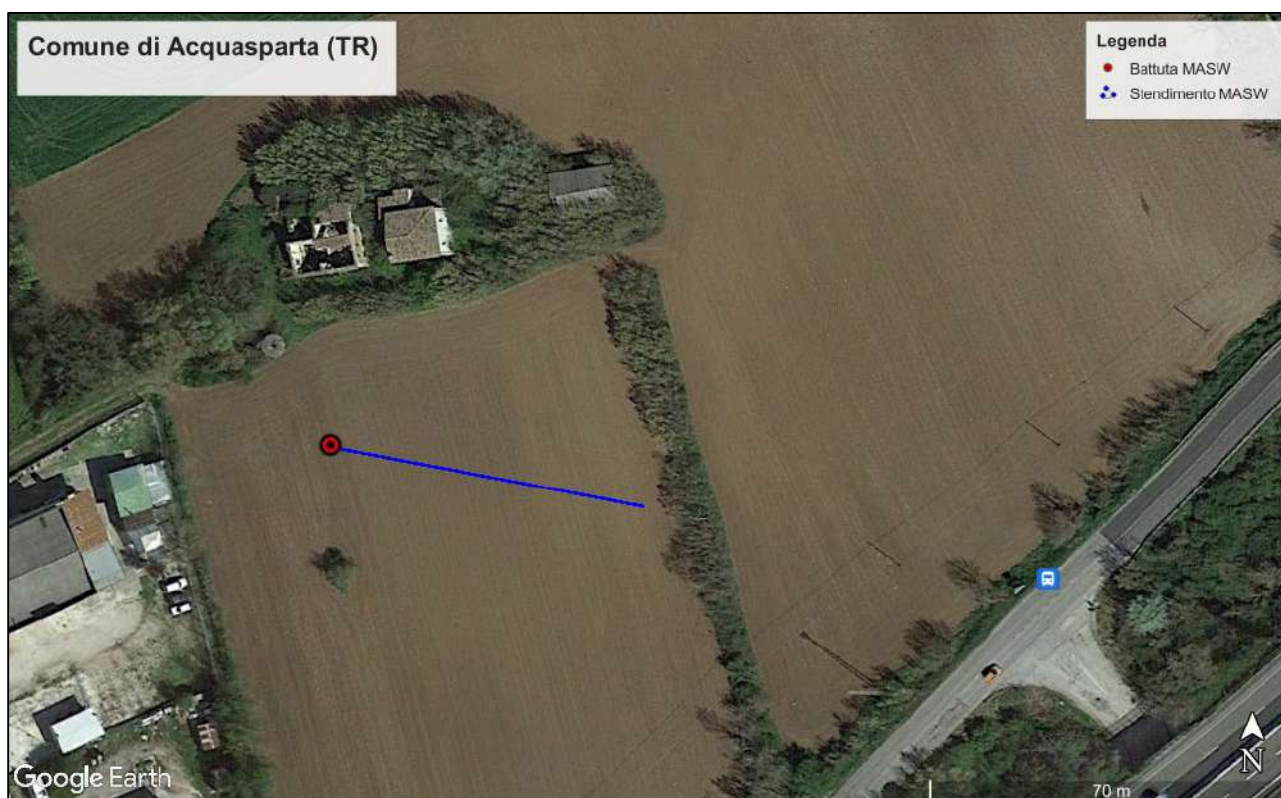


Fig.1: localizzazione indagine MASW

Responsabile Tecnico
Dott. Geol. Gabriele Perotti



INDICE

1. PREMESSA

2. INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

2.1 MASW1 Array dei geofoni

2.1.1 *Elaborazione Masw1*

3. MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

- MASW1

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

1. PREMESSA

In data 24-01-2022 su incarico di Cardinalini S.p.a. sono state eseguite indagini sismiche nel Comune di Acquasparta (TR).

In riferimento all'incarico sono state eseguite le seguenti prospezioni geofisiche:

➤ **N.1 Masw** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

L'ubicazione di tali indagini è stata valutata in modo da posizionarle il più vicino possibile all'opera in progetto e viene riportata in Fig.1a.

Coordinate GPS:

42.667405° N, 12.549116° E

Altitudine: 311 m s.l.m.

2. INDAGINE MASW: METODOLOGIA ED ACQUISIZIONE

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, *J.D.*, 1999, Aki, *K.* And Richards, *P.G.*, 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo, in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo e misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Tale indagine mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale e identifica la curva di dispersione sperimentale. Questa curva deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente modificato in base alle differenze riscontrate, fino ad ottenerne uno a cui è associata una curva di dispersione approssimativamente coincidente con quella sperimentale. L'elaborazione dell'indagine è eseguita attraverso una "modellazione diretta" dello spettro delle velocità.

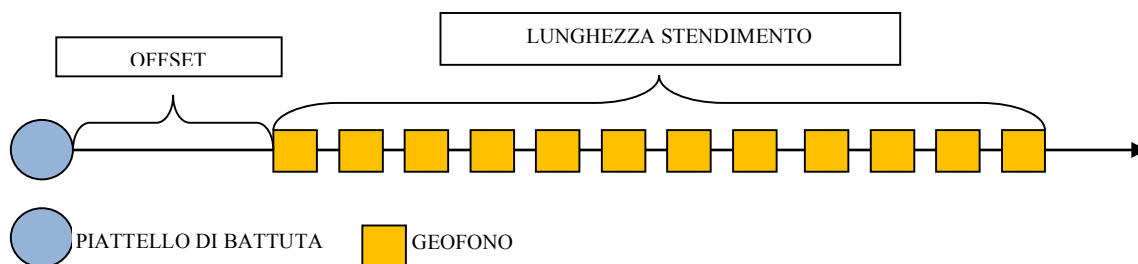
I vantaggi della tecnica MASW possono essere così riassunti:

- particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
- è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;

Si è utilizzata una strumentazione costituita da un sismografo digitale PASI GEA 24, 12 geofoni PASI a bassa frequenza (4.5 Hz), una mazza di 8 Kg ed una piastra in alluminio.

L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 12 geofoni, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale:

- lunghezza stendimento ricevitori: 22.0 m (MASW 1)
- distanza intergeofonica: 2.0 m (MASW 1)
- n. punti di energizzazione: 3
- offset sorgenti: 3.0 m, 5.0m e 10.0m
- durata acquisizione: ms e 2000ms
- intervallo di campionamento: 1.0 ms



L'elaborazione della prova MASW è stata effettuata con un software dedicato WinMASW 3C 7.2 che consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della V_s (velocità delle onde di taglio).

Schematicamente il processo di analisi è il seguente:

- Creazione dello spettro FK;
- Ricerca del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- Profilo di velocità delle onde S.

2.1 MASW 1 Array dei geofoni

In relazione all'andamento plano-altimetrico ed allo spazio disponibile per effettuare l'indagine, si è scelto un array costituito da 12 geofoni a spaziatura regolare di 2.0 m.

Sono state eseguite più acquisizioni con differenti offset di battuta, a m 10, 5, 3. L'offset di battuta che ha fornito dati qualitativamente migliori è di m 3.

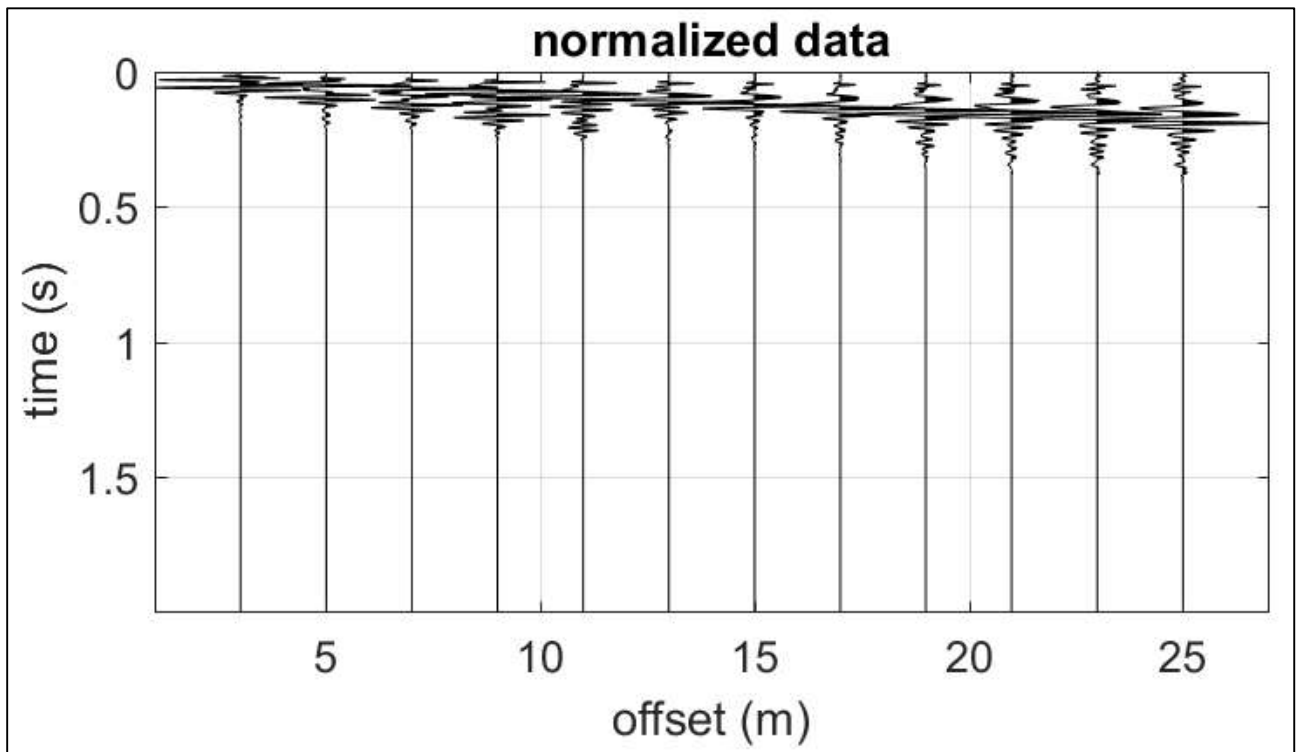


Fig.1 Common-shot gather acquisito in campagna



Fig.2 Stendimento Masw 1

2.1.1 Elaborazione Masw1

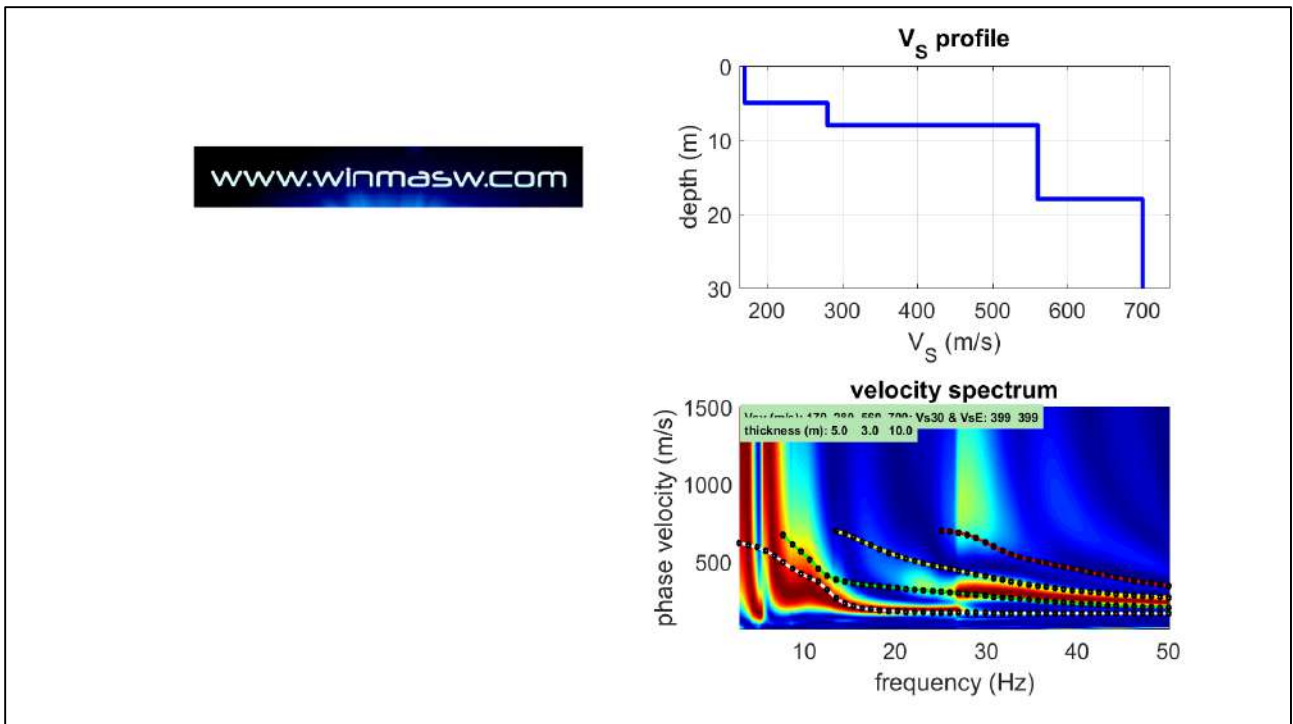


Fig. 3 Sismogrammi e modellazione

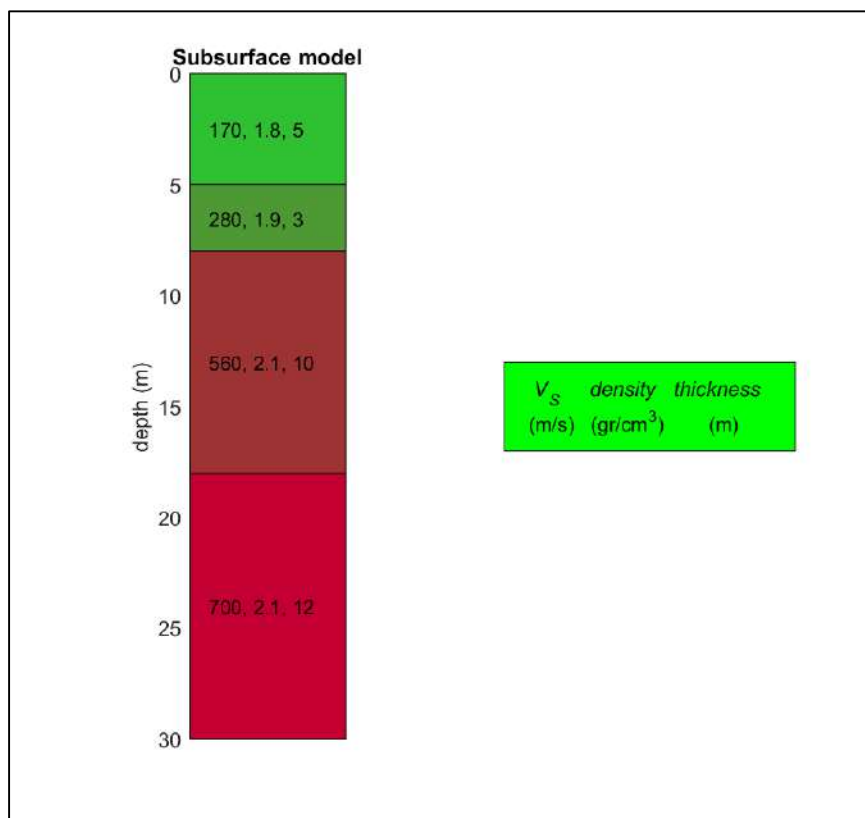


Fig. 4 Colonnina sismostratigrafica

3. MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

- MASW1

La curva che meglio approssima i dati sperimentali deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 4 sismostrati dalle seguenti caratteristiche (Tab.1):

Tabella 1

Subsurface Model		
Strato n	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	5.0	170
2	3.0	280
3	10.0	560
4	12.0	700
$V_{s30} = V_{sEq} = 399 \text{ m/s}$		

Di seguito si fornisce una stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici in base al profilo di velocità del **Subsurface Model** (Tabella 2):

Tabella 2

strato n.	Vp (m/s)	Densità (g/cm ³)	Modulo di Taglio (MPa)
1	416	1.84	53
2	583	1.92	151
3	1166	2.09	656
4	1457	2.15	1051

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In data 24-01-2022 su incarico di Cardinalini S.p.a., è stata eseguita un'indagine geofisica consistita in una analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW.

- L'indagine MASW, scaturita da un'analisi comparativa su tutte le soluzioni disponibili, ha permesso di calcolare la velocità delle onde di taglio, compresa nei primi 30metri di profondità rispettivamente per la MASW 1:

$$(Vs1)_{30} = (Vs1)_{Eq} = 399 \text{ m/sec}$$

Il valore di Vs_{30} è stato calcolato, considerando come superficie l'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni; che per quelle superficiali, è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla loro testa.

Tenendo conto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC -D.M. 17 gennaio 2018 s.m.i. è possibile attribuire ai depositi che costituiscono il sedime dell'opera in progetto la seguente categoria di sottosuolo:

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Narni, gennaio 2022



ORDINE DEI GEOLOGI
GABRIELE BROTTI
569
DELLA REGIONE UMBRIA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:
Cantiere:
Località:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	72,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE**RESPONSABILE**

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 04/04/2012
 Profondità prova 7,50 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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)
0,30	7	0,853	45,87	53,79	2,29	2,69
0,60	22	0,747	126,29	169,06	6,31	8,45
0,90	8	0,842	47,82	56,82	2,39	2,84
1,20	7	0,836	41,58	49,72	2,08	2,49
1,50	6	0,831	35,42	42,62	1,77	2,13
1,80	7	0,826	41,09	49,72	2,05	2,49
2,10	7	0,822	37,98	46,22	1,90	2,31
2,40	5	0,817	26,98	33,02	1,35	1,65
2,70	6	0,813	32,20	39,62	1,61	1,98
3,00	7	0,809	34,92	43,19	1,75	2,16
3,30	8	0,805	39,72	49,35	1,99	2,47
3,60	6	0,801	29,65	37,02	1,48	1,85
3,90	8	0,797	36,92	46,31	1,85	2,32
4,20	10	0,794	45,95	57,89	2,30	2,89
4,50	9	0,790	41,18	52,10	2,06	2,60
4,80	10	0,787	45,56	57,89	2,28	2,89
5,10	11	0,784	47,02	59,98	2,35	3,00
5,40	14	0,731	55,80	76,34	2,79	3,82
5,70	15	0,728	59,56	81,79	2,98	4,09
6,00	15	0,725	56,08	77,30	2,80	3,86
6,30	15	0,723	55,88	77,30	2,79	3,86
6,60	18	0,720	66,82	92,76	3,34	4,64
6,90	26	0,668	84,84	127,01	4,24	6,35
7,20	25	0,666	81,29	122,12	4,06	6,11
7,50	30	0,663	97,22	146,55	4,86	7,33

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Limi argillosi con inclusi ghiaiosi	5,1	9,74	Coesivo Incoerente	1,96	---	27,09	0,39	44,69	97,40	0,33	552,28	121,51
[2] - Limi argillosi-sabbiosi	6,6	17,71	Coesivo Incoerente	2,09	---	31,3	0,69	81,25	177,10	0,32	968,81	158,17
[3] - Ghiaie	7,5	31,05	Incoerente	2,15	2,50	36,58	--	91,24	230,25	0,29	1642,30	180,7

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 04/04/2012
 Profondità prova 10,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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)
0,30	7	0,853	45,87	53,79	2,29	2,69
0,60	24	0,747	137,77	184,43	6,89	9,22
0,90	10	0,842	59,77	71,03	2,99	3,55
1,20	7	0,836	41,58	49,72	2,08	2,49
1,50	8	0,831	47,23	56,82	2,36	2,84
1,80	9	0,826	52,82	63,93	2,64	3,20
2,10	8	0,822	43,40	52,83	2,17	2,64
2,40	7	0,817	37,77	46,22	1,89	2,31
2,70	8	0,813	42,94	52,83	2,15	2,64
3,00	8	0,809	39,91	49,35	2,00	2,47
3,30	6	0,805	29,79	37,02	1,49	1,85
3,60	8	0,801	39,53	49,35	1,98	2,47
3,90	8	0,797	36,92	46,31	1,85	2,32
4,20	5	0,794	22,97	28,94	1,15	1,45
4,50	7	0,790	32,03	40,52	1,60	2,03
4,80	8	0,787	36,45	46,31	1,82	2,32
5,10	6	0,784	25,65	32,72	1,28	1,64
5,40	7	0,781	29,81	38,17	1,49	1,91
5,70	13	0,728	51,62	70,88	2,58	3,54
6,00	11	0,775	43,96	56,69	2,20	2,83
6,30	19	0,723	70,78	97,91	3,54	4,90
6,60	6	0,770	23,82	30,92	1,19	1,55
6,90	7	0,768	26,26	34,19	1,31	1,71
7,20	6	0,766	22,44	29,31	1,12	1,47
7,50	6	0,763	22,38	29,31	1,12	1,47
7,80	5	0,761	18,59	24,42	0,93	1,22
8,10	5	0,759	17,63	23,22	0,88	1,16
8,40	5	0,757	17,58	23,22	0,88	1,16
8,70	6	0,755	21,04	27,86	1,05	1,39
9,00	7	0,753	23,34	30,97	1,17	1,55
9,30	9	0,752	29,93	39,82	1,50	1,99
9,60	16	0,700	49,55	70,79	2,48	3,54
9,90	22	0,648	60,26	92,96	3,01	4,65
10,20	32	0,597	80,67	135,21	4,03	6,76

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Limi argillosi e limi argillosi-sabbiosi a luoghi con livelli ghiaiosi	9,6	9,77	Coesivo Incoerente	1,96	---	27,11	0,39	44,83	97,70	0,33	553,88	137,36
[2] - Ghiaie	10,2	31,05	Incoerente	2,15	2,50	36,58	--	91,24	230,25	0,29	1642,30	192,93

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 04/04/2012
 Profondità prova 7,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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)
0,30	5	0,853	32,76	38,42	1,64	1,92
0,60	12	0,847	78,11	92,21	3,91	4,61
0,90	11	0,842	65,75	78,13	3,29	3,91
1,20	5	0,836	29,70	35,52	1,49	1,78
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	6	0,826	35,22	42,62	1,76	2,13
2,10	7	0,822	37,98	46,22	1,90	2,31
2,40	9	0,817	48,56	59,43	2,43	2,97
2,70	9	0,813	48,31	59,43	2,42	2,97
3,00	11	0,809	54,88	67,86	2,74	3,39
3,30	12	0,805	59,57	74,03	2,98	3,70
3,60	9	0,801	44,47	55,52	2,22	2,78
3,90	8	0,797	36,92	46,31	1,85	2,32
4,20	6	0,794	27,57	34,73	1,38	1,74
4,50	7	0,790	32,03	40,52	1,60	2,03
4,80	10	0,787	45,56	57,89	2,28	2,89
5,10	11	0,784	47,02	59,98	2,35	3,00
5,40	15	0,731	59,79	81,79	2,99	4,09
5,70	16	0,728	63,53	87,24	3,18	4,36
6,00	19	0,725	71,03	97,91	3,55	4,90
6,30	21	0,673	72,82	108,22	3,64	5,41
6,60	24	0,670	82,91	123,68	4,15	6,18
6,90	28	0,668	91,36	136,78	4,57	6,84
7,20	32	0,616	96,24	156,32	4,81	7,82

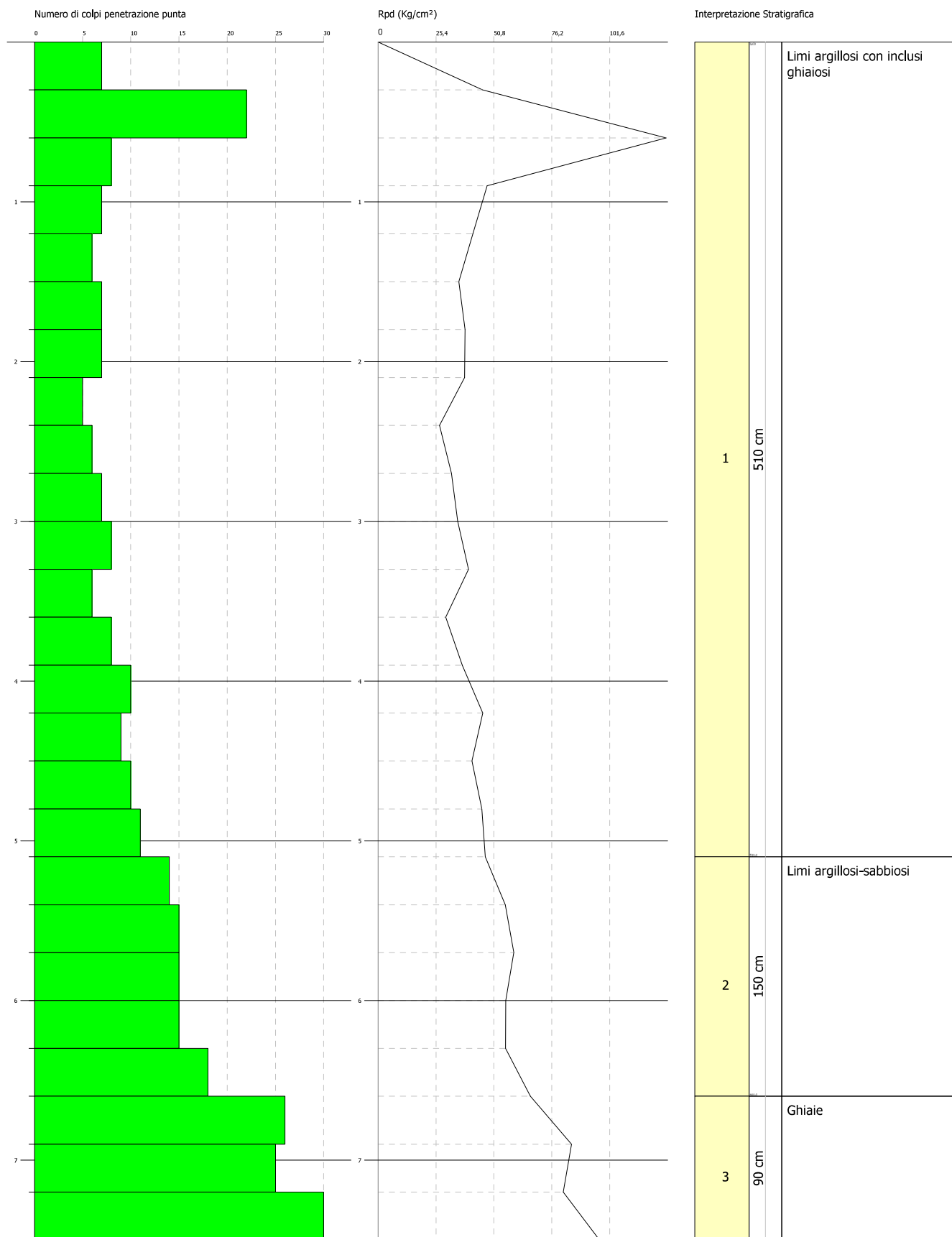
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Limi argillosi con inclusi ghiaiosi	5,1	9,67	Coesivo Incoerente	1,96	---	27,04	0,39	44,37	96,70	0,33	548,55	121,36
[2] - Limi argillosi-sabbiosi	6,6	21,85	Coesivo Incoerente	2,11	2,14	33,1	0,84	100,25	218,50	0,31	1180,31	164,02
[3] - Ghiaie	7,2	34,50	Incoerente	2,17	2,50	37,75	--	98,33	247,50	0,29	1813,27	183,26

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 04/04/2012

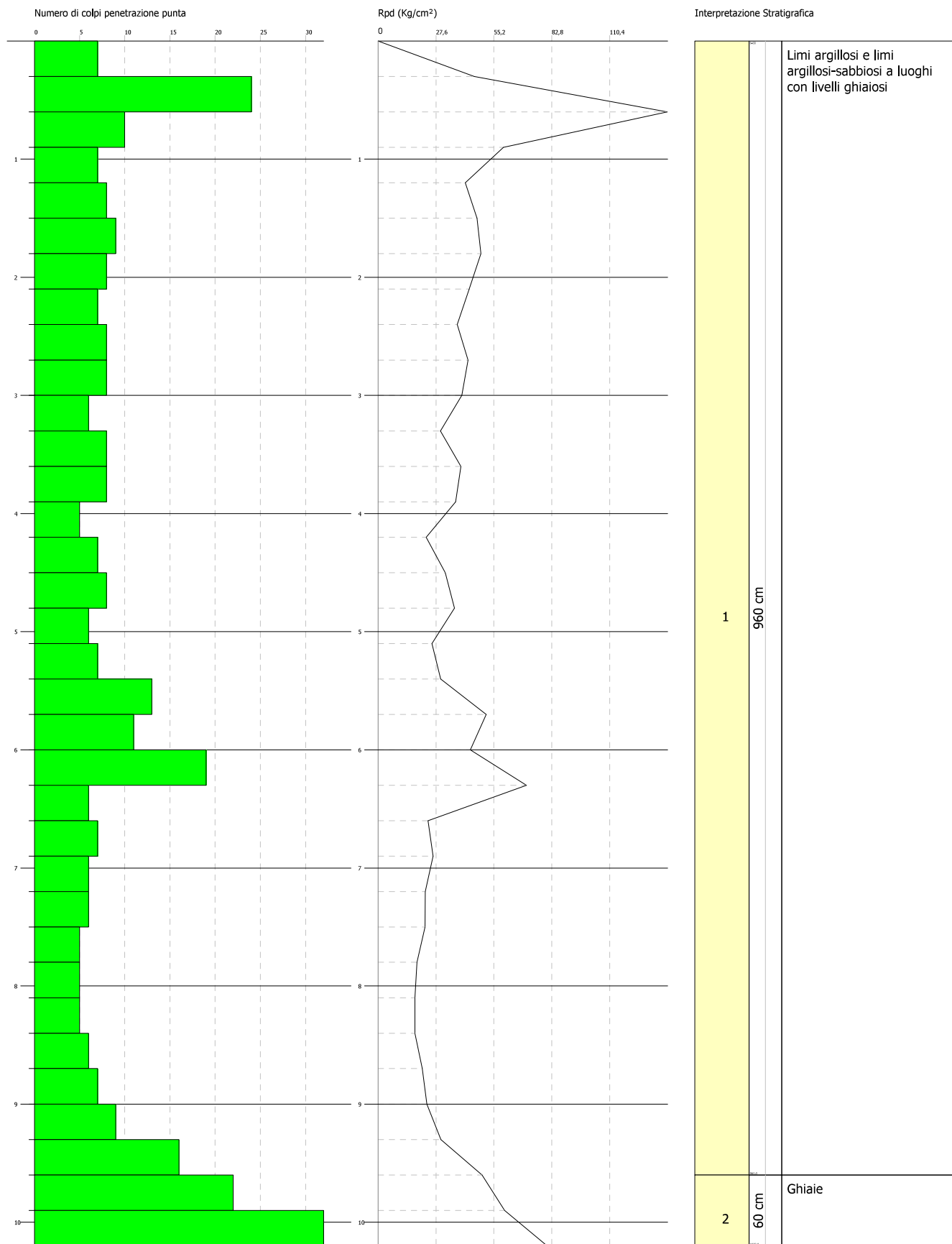
Scala 1:34



Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 04/04/2012

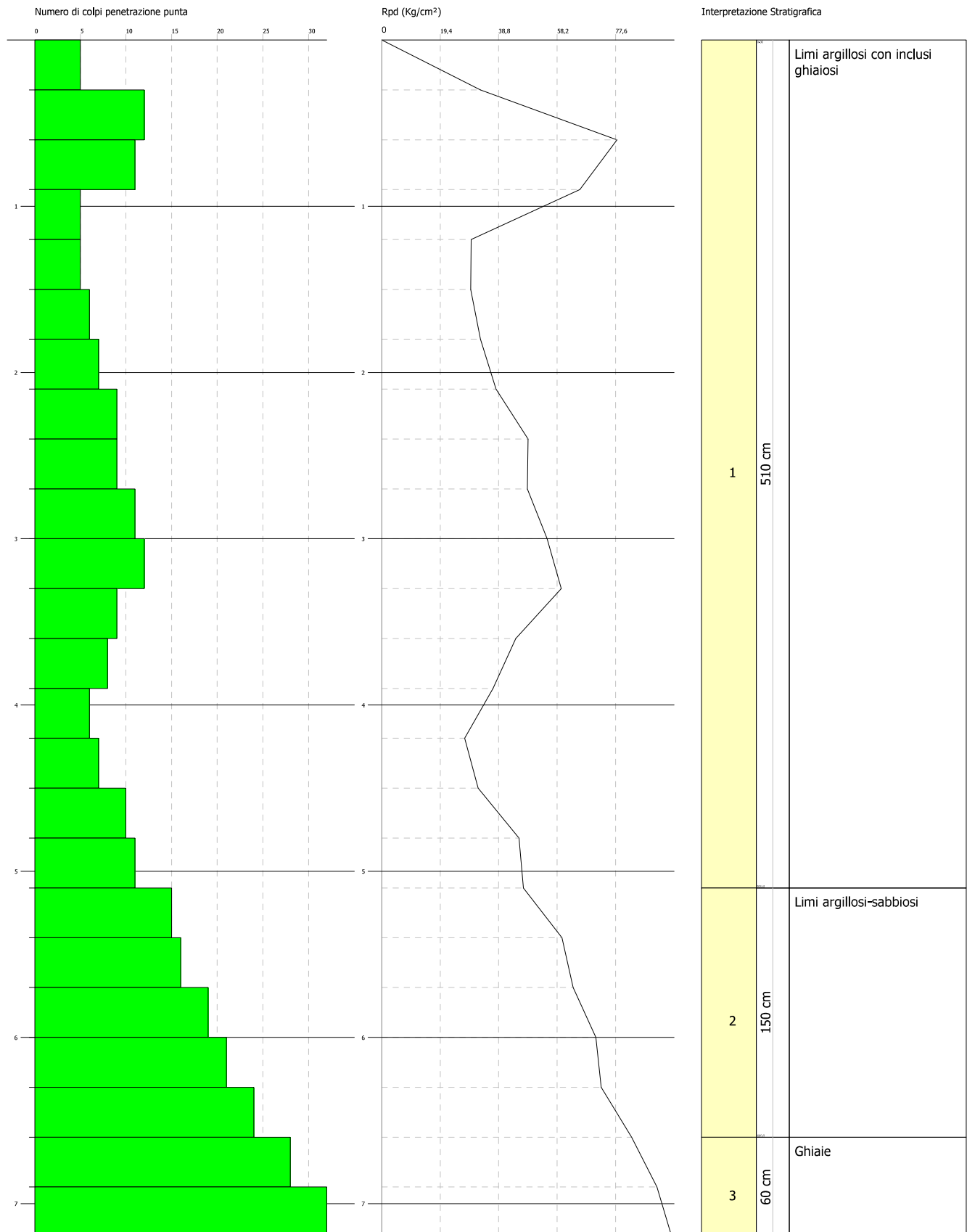
Scala 1:46



Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 04/04/2012

Scala 1:33



ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI ACQUASPARTA

DENOMINAZIONE AREA LOCALITA' FURAPANE 2

APPARECCHIATURA UTILIZZATA

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da:

- Sistema sorgente;
- Sistema di ricezione;
- Sistema di acquisizione dati;
- Trigger.

DATI TECNICI

Ambito indagine: **INDAGINI GEOFISICHE DI SISMICA ATTIVA**

Tipo di indagini: Down Hole con sensore 3D

Località: Nocera Umbra

Strumentazione: 1) Acquisitore PASI mod. 16S/24 (dinamica 24 bit)

Descrizione prove: Acquisizione sia in onde P che in onde SH. Tre letture ogni 2 m. Geofono da foro a tre componenti con sensori 4.5 Hz e sistema di ancoraggio a trasduttore elettrico controllato da centralina in superficie.

SCHEMA DELLA PROVA

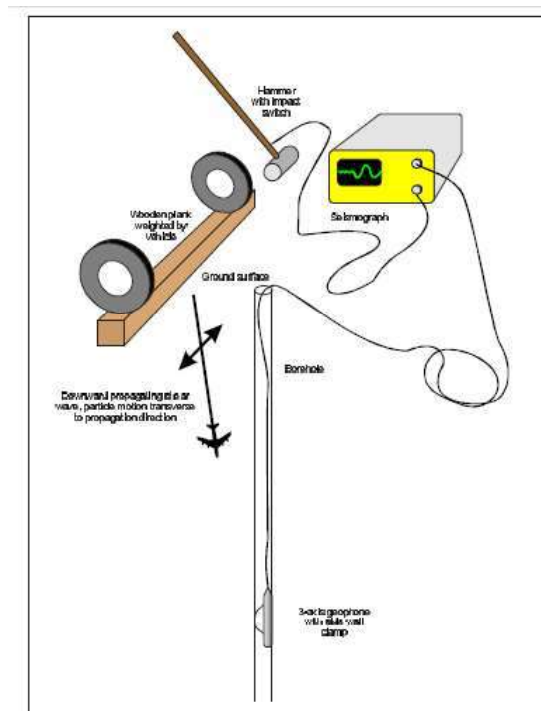
L'esecuzione della prova è stata preceduta dalla preparazione della piazzola per l'energizzazione in onde P ed in onde SH. Viene adoperato il mezzo Fuoristrada per applicare un adeguato contrappeso alla trave (appoggiata e non ancorata al terreno), posta ortogonalmente rispetto ai raggi di uscita dal centro foro e ad una distanza di 1 m dalla bocca del foro stesso.

Per l'energizzazione in onde P, viene posizionata una piastra metallica al suolo, naturalmente con lo stesso offset delle due battute orizzontali. Tale piastra viene percossa, con impatto verticale, utilizzando un martello pesante.

Per la generazione di onde S (SH), viene battuto con energizzatore sismico sul lato verticale all'estremità della trave appoggiata al suolo e posta sotto il fuoristrada.

Viene calato il geofono all'interno del foro, ad intervalli di profondità noti e, ad ogni profondità, sono state registrate le onde sismiche prodotte dalle energizzazioni in onde P ed SH (queste ultime effettuate in due direzioni ortogonali tra loro).

Con la determinazione dei tempi di arrivo delle onde P ed S, e conoscendo la distanza tra i sistemi di energizzazione ed il foro e della profondità del geofono triassiale, è stato possibile ricavare le velocità delle onde sismiche P ed SH entro i primi 30 m dal p.c. ed è stata quindi valutato il parametro V_{s30} ed individuata una classe di suolo (come prescritto dalle N.T.C. 14/01/2008).



Schema dell'acquisizione in onde S

SISMOGRAFO UTILIZZATO

Funzioni principali:

- Attivazione filtri: in acquisizione o post-acquisizione
- Filtri antialiasing: attivi, LPF, 6°ordine Butterworth; pend.asint.-36dB/oct (-120dB/dec); accuratezza. $\pm 1\%$ freq.di taglio
- Start acquisizione: con trigger esterno o comando software (ASAP)
- Trigger: hammer o geofono starter (7 livelli di sensibilità selezionabili via software); inibizione impulsi dovuti a rimbalzi; segnalazione di accettazione impulso
- Guadagni: tutti selezionabili via software
- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Delay: Pre-trigger 0-10ms (step di 1ms); Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione in wiggle-trace o area variabile
- Noise-monitor con visualizzazione “real time” a cascata
- Determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Registrazione automatica delle acquisizioni
- Scaricamento dati a PC via porta seriale tramite software dedicato PCLINK32
- Scaricamento dati a periferiche con collegamento su porta parallela (es. I/Omega ZIP o JAZZ)
- Calibrazioni automatiche : doppia taratura offset, taratura ingressi su tensione di riferimento, taratura guadagno
- Codifica dati in formato SEG-2

CARATTERISTICHE TECNICHE

Processore: Pentium 266 Intel

Trattamento dati: Floating Point 32-bit

Ambiente operativo: Windows©

Interfaccia multilingue: Italiano,Inglese,Francese,Spagnolo,etc.

Numero canali: 24

Puntamento: VersaPoint Mouse

Display: VGA a colori in LCD-TFT 10.4"

Supporto di memorizzazione: Hard-Disk 3.2 Gb

Risoluzione di acquisizione: 24bit con sovracampionamento e post-processing

Stampante (opzionale): Seiko DPU-414 thermal printer

Porte dati esterne: RS232, parallela, stampante

Sensore ambiente interno: temperatura

Protezioni termiche: prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)

Compatibilità dati acquisiti: SEG-2

Connettori cavo geofoni: standard NK-27-21C

Alimentazione: 12VDC (batteria esterna su richiesta); allarme di batteria scarica

Temperatura di funzionamento: 0°C ÷ 55°C:

Umidità: 5% ÷ 90%, non condensante

Dimensioni fisiche: 50x40x22cm (valigia antiurto)

Peso: 16 kg

GEOFONO

Viene utilizzato un geofono da foro a tre componenti (una verticale e due orizzontali ortogonali), con frequenza di risonanza di 4.5 Hz. Il sistema di ancoraggio (clamping) avviene attraverso il controllo di un motore elettrico (trasduttore lineare gestito dalla superficie attraverso una centralina) che regola la lunghezza di un arco metallico. Il fissaggio avviene per attrito tra l'arco e la parete verticale del foro.

TRIGGER

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, viene utilizzato un interruttore piezoelettrico posto in corrispondenza della testa del martello pesante oppure un geofono di start.

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	5.84	14.82	14.54	4.13	10.48	10.28
2	4.00	8.12	22.81	23.38	7.27	20.40	20.91
3	6.00	9.98	30.81	30.81	9.47	29.23	29.23
4	8.00	11.90	38.19	37.63	11.55	37.05	36.51
5	10.00	13.45	47.86	48.55	13.19	46.93	47.60
6	12.00	14.94	55.86	56.42	14.74	55.10	55.65
7	14.00	16.24	61.88	62.43	16.08	61.25	61.81
8	16.00	17.42	68.14	69.25	17.29	67.61	68.72

9	18.00	18.97	75.83	76.14	18.86	75.36	75.67
10	20.00	20.15	82.09	81.53	20.05	81.68	81.13
11	22.00	21.64	89.22	87.23	21.55	88.85	86.88
12	24.00	22.57	94.92	94.05	22.49	94.59	93.73
13	26.00	23.81	100.32	99.51	23.74	100.02	99.22
14	28.00	25.11	105.21	104.90	25.05	104.95	104.64
15	30.00	26.29	110.30	110.61	26.23	110.05	110.36

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	6	608
2	12	1218
3	24	1535
4	30	1660

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	6	204	0.41	83232.0	234714	434655
2	12	235	0.47	110450..	324722	1804011
3	24	300	0.47	180000..	529199	2939994
4	30	396	0.45	313632..	909532	3031772

PARAMETRI ONDE SY

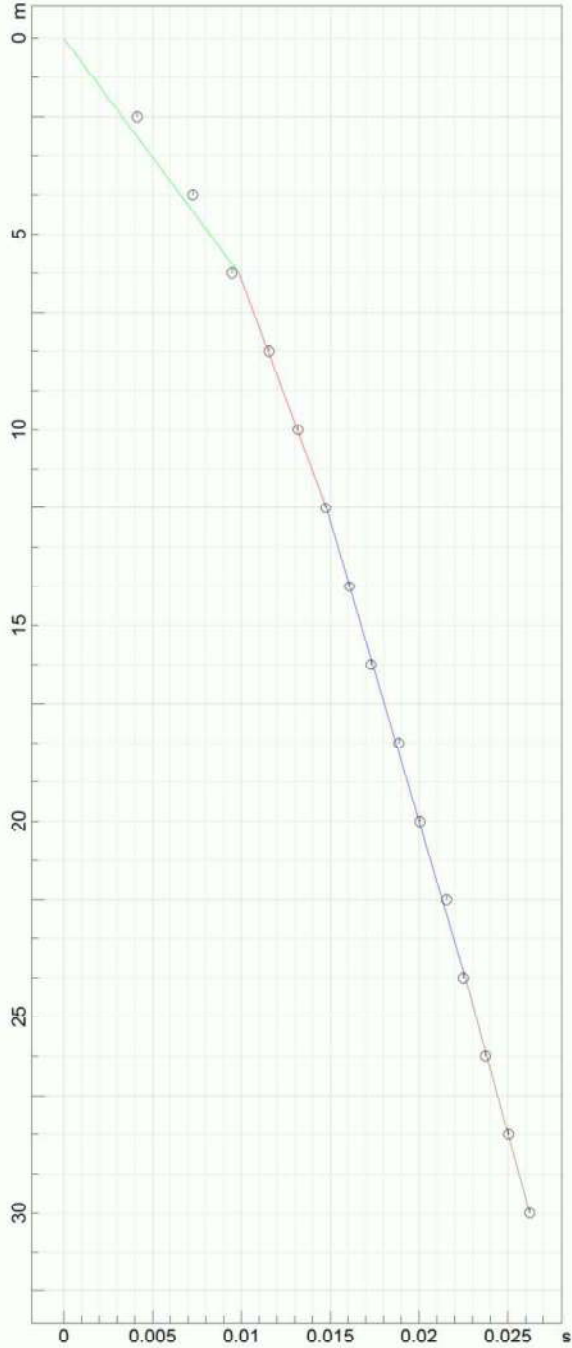
Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
--------	----------------	----------------	-------------	-------------	-------------	------------

1	6	205	0.40	84050.0	235340	392233
2	12	227	0.47	103058..	302990	1683277
3	24	316	0.46	199712..	583159	2429829
4	30	363	0.46	263538..	769530	3206375

VELOCITA' MEDIE VS30

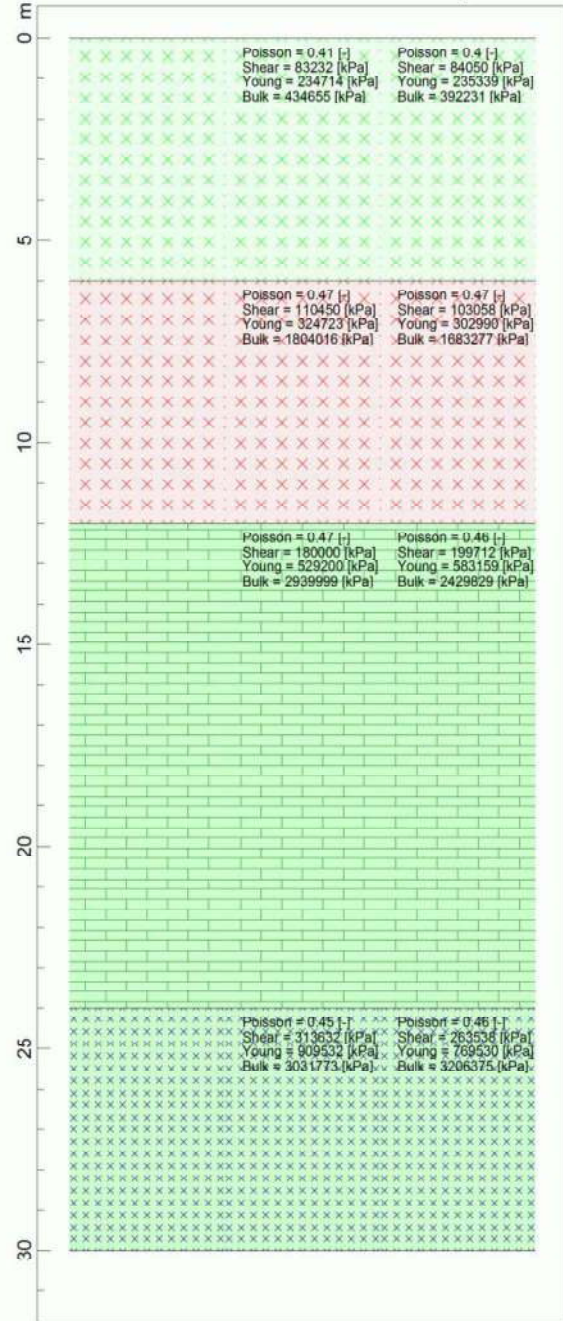
Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	272.5
orizzontale Sy	272.2

Dromocrona onde P



Sezioni verticali

P Sx Sy



P	608 m/s
Sx	204 m/s
Sy	205 m/s

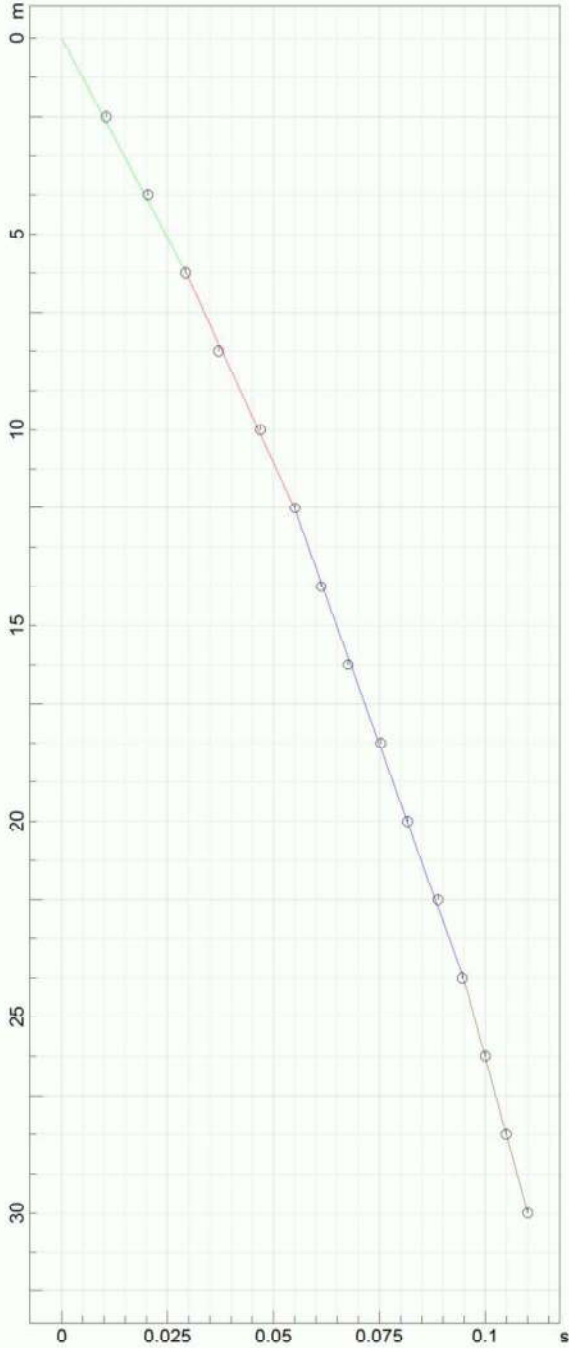
P	1218 m/s
Sx	235 m/s
Sy	227 m/s

P	1535 m/s
Sx	300 m/s
Sy	316 m/s

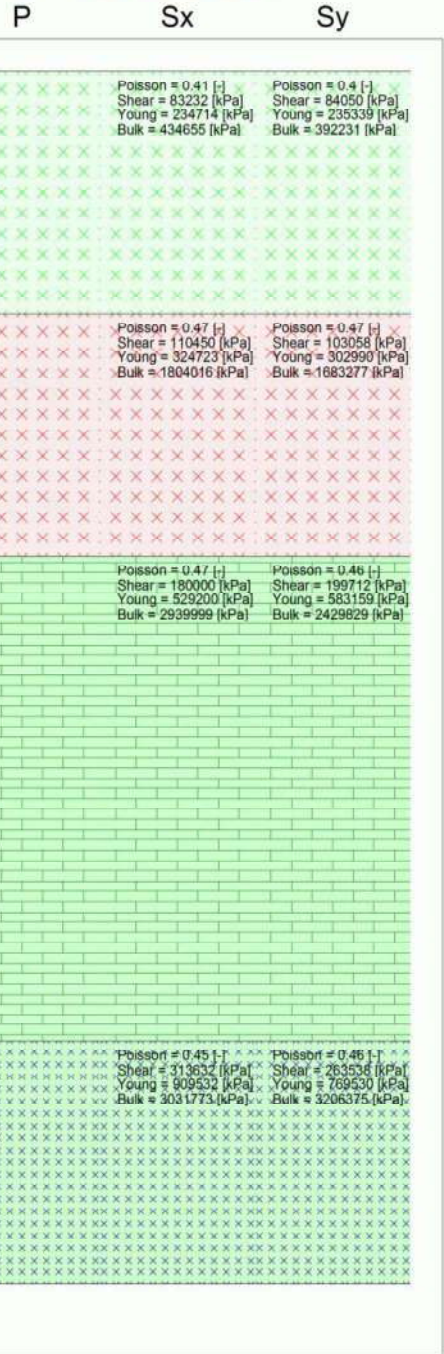
P	1660 m/s
Sx	396 m/s
Sy	363 m/s

Vs30
272.5 m/s
272.2 m/s

Dromocrona onde Sx



Sezioni verticali



P	608 m/s
Sx	204 m/s
Sy	205 m/s

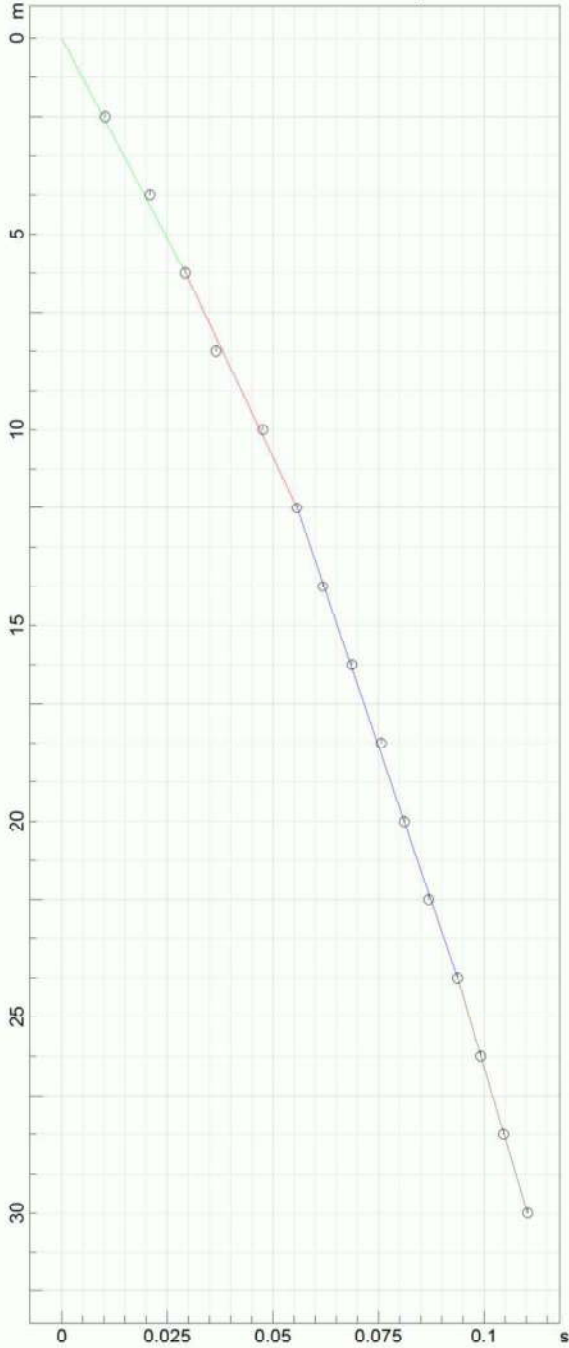
P	1218 m/s
Sx	235 m/s
Sy	227 m/s

P	1535 m/s
Sx	300 m/s
Sy	316 m/s

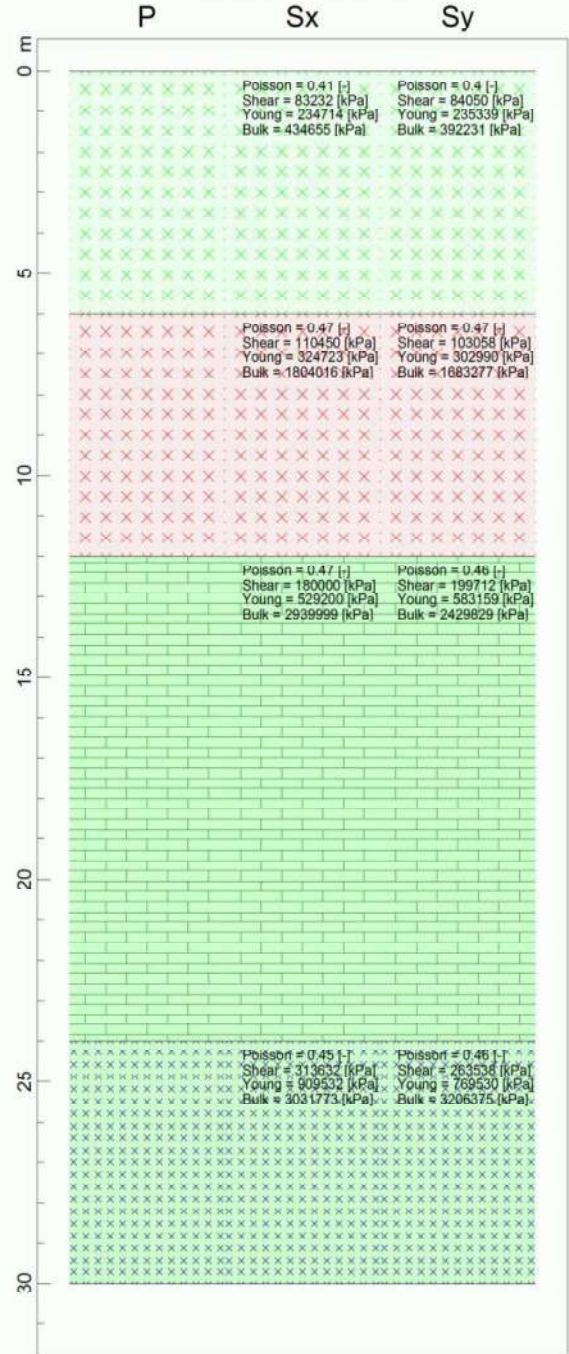
P	1660 m/s
Sx	396 m/s
Sy	363 m/s

Vs30
272.5 m/s
272.2 m/s

Dromocrona onde Sy



Sezioni verticali



P	608 m/s
Sx	204 m/s
Sy	205 m/s

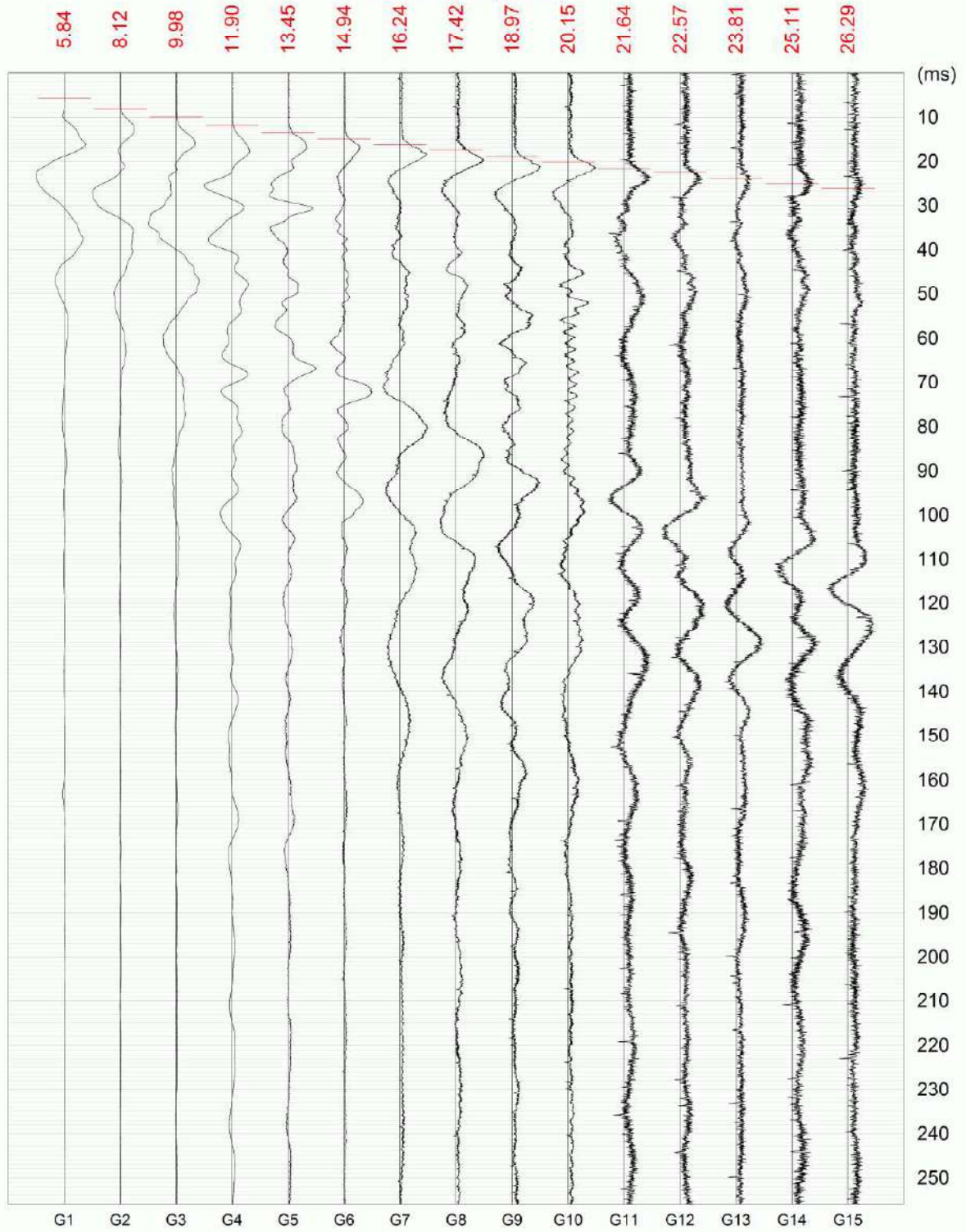
P	1218 m/s
Sx	235 m/s
Sy	227 m/s

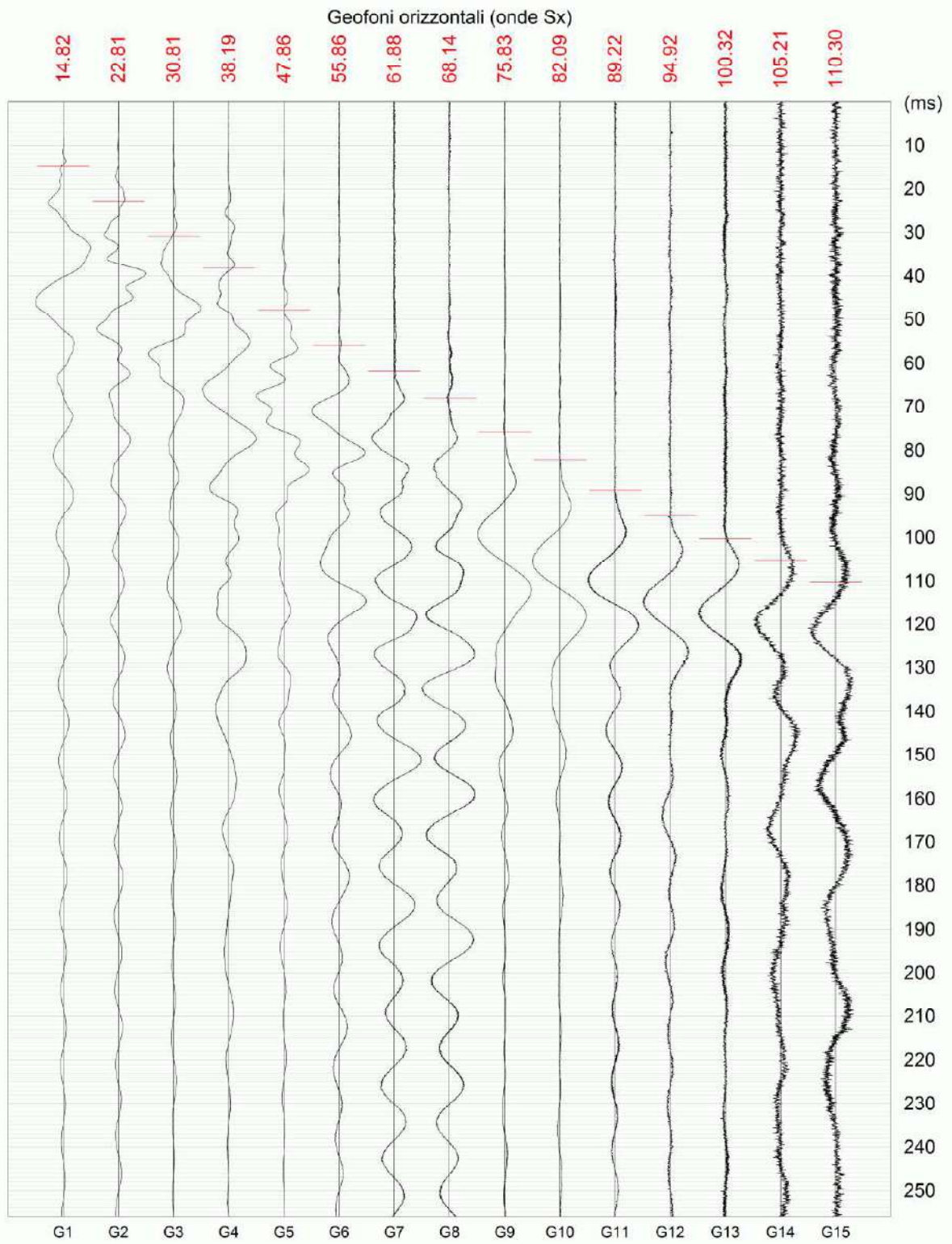
P	1535 m/s
Sx	300 m/s
Sy	316 m/s

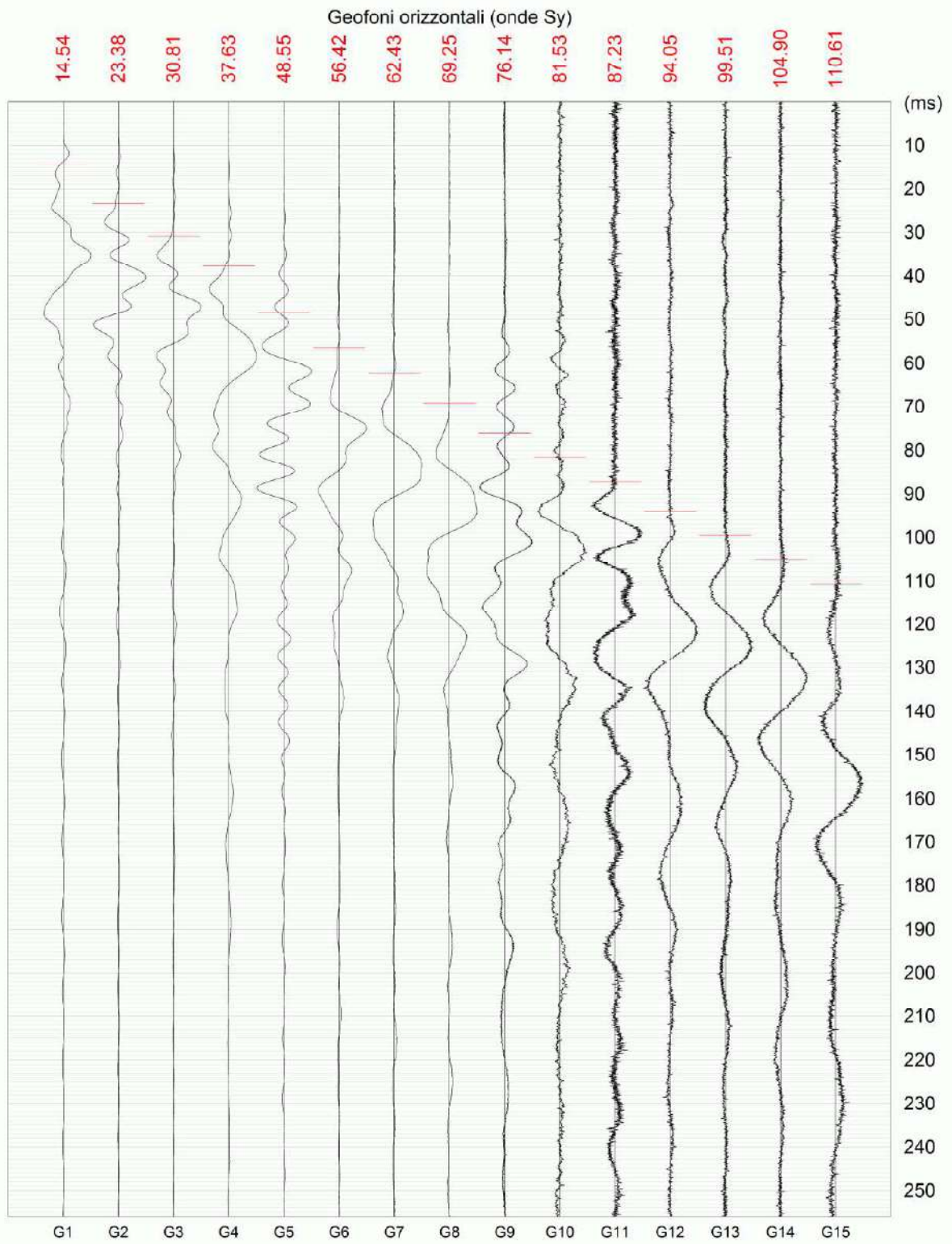
P	1660 m/s
Sx	396 m/s
Sy	363 m/s

Vs30
272.5 m/s
272.2 m/s

Geofoni verticali (onde P)







**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
PIAZZAMENTO SONDAGGIO S1**

**LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Piazzamento Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Attrezzato per indagine sismica in foro Down-Hole

Dott. Geol. Luca Latella

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.1 (da 0 a 5 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.2 (da 5 a 10 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.3 (da 10 a 15 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.4 (da 15 a 20 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.5 (da 20 a 25 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO S1
CASSETTE CATALOGATRICI
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Sondaggio geognostico S1 a carotaggio continuo, diametro 101 mm,
con perforatrice idraulica beretta T41.
Cassetta catalogatrice n.6 (da 25 a 30 metri).

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINE GEOFISICA IN FORO
DOWN - HOLE
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Indagine geofisica in foro Down - Hole della profondità di 30 metri
Fase di preparazione delle sorgenti di battuta

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINE GEOFISICA IN FORO
DOWN - HOLE
LOC. FURAPANE 2
ACQUASPARTA (TR)**



Indagine geofisica in foro Down - Hole della profondità di 30 metri
Fase di inserimento della sonda all'interno del foro di sondaggio attrezzato