

# COMUNE DI SAN SALVO

PROVINCIA DI CHIETI

PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità nella  
Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

**COMMITTENTI:** Azienda Sanitaria Locale 02 Lanciano Vasto Chieti

## RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI

E

## RELAZIONE GEOLOGICO SISMICA



Dott. Luigi Di Totto



Geologo

Mobile:

328 33 12 586

Studio:

0873 36 58 20

e-mail: [geologo.luiglidtotto@gmail.com](mailto:geologo.luiglidtotto@gmail.com)

address:

P.zza Della Concordia,47

66054 - Vasto (CH)

Vasto, 02.03.2023

IL GEOLOGO

INCARICATO: Dott. Luigi Di Totto



N. facciate Allegati N.54, Facciate Relazione 27

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



## Sommario

1.	1.0 DATI GENERALI .....	2
2.	2.0 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO .....	4
3.	3.0 ASPETTO DELL'AREA DI STUDIO .....	6
4.	4.0 RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI .....	9
1.	4.1 Premessa .....	9
1.	4.2 Sondaggi Geognostici: .....	9
2.	4.3 Prove dinamiche in foro Standard Penetration Test (SPT) .....	11
3.	4.4 Prova penetrometrica dinamica DPSH: .....	11
4.	4.5 Modello Geotecnico dell'area di studio: .....	13
1.	5.0 RELAZIONE SISMICA: .....	14
1.	5.1 CRITERI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	14
2.	5.2: Prova sismica MASW: .....	22
3.	5.3 Sismicità di base: .....	24
5.	6.0 CONCLUSIONI: .....	24

## **Facciate degli Allegati N.54 Facciate Relazione 27**

- All.1. Inquadramento geografico;
- All.2. Stralcio catastale;
- All.3. Inquadramento geologico;
- All.4. Stralcio Carta Della Pericolosità PAI;
- All.5. Ubicazione delle indagini;
- All.6. Sondaggi Geognostici – Stratigrafie e Foto;
- All.7. Elaborazioni prove penetrometriche in foro SPT;
- All.8. Elaborazione prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- All.9. Indagine sismica MASW;
- All.10. Stralcio Carta delle MOPS – Microzonazione Sismica liv.1;
- All.11. Modello geotecnico.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



## 1. 1.0 DATI GENERALI

La presente relazione, elaborata su incarico della Azienda Sanitaria Locale 02 Lanciano Vasto Chieti, per il *Progetto* PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità nella Struttura Sanitaria di San Salvo (CH) - C.I.G. n. Z70399169B situata in Via Alcide De Gasperi, 1.

Lo studio è finalizzato al riconoscimento delle litologie affioranti, all'individuazione del trend morfo-evolutivo della zona, alla ricostruzione dell'ambito geologico ed idrogeologico in cui è inserita l'area e alla valutazione della risposta sismica locale del sito di indagine.

La campagna di indagine è stata eseguita effettuando: un rilievo di superficie, l'acquisizione di indagini bibliografiche, una prova sismica attiva MASW, n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 6 prove SPT in foro, n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dynamic Penetration Super Havy) ed una installazione di un foro di sondaggio con tubo piezometrico aperto.

### ✓ 1.1 Normativa di riferimento

La legislazione di riferimento riguarda i seguenti argomenti:

- ✓ le modalità di esecuzione del rilevamento geomorfologico e geologico di un'areale di estensione sufficiente alla comprensione delle problematiche ivi presenti;
- ✓ le norme di attuazione ed i vincoli di salvaguardia del Piano di Assetto Idrogeologico Regionale;
- ✓ le norme tecniche relative all'estensione e modalità di esecuzione delle indagini in sito.
- ✓ le modalità di calcolo della stabilità dei pendii.

E sono, in ordine temporale:

- ✓ **Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974** concernente: provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- ✓ **D.M. LL.PP. del 11 Marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.)** concernente: norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



- opere di fondazione;
- ✓ **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65** concernente: le istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996;
  - ✓ **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008** concernente: “Norme Tecniche per le Costruzioni” (paragrafo 6.2.1) e successivi aggiornamenti (N.T.C. del 17.01.2018 e Circolare del Ministero dei Trasporti ed Infrastrutture n.7 del 21.01.2019);
  - ✓ **Legge Regionale n. 28 del 11 agosto 2011** concernente: *norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche;*
  - ✓ **Deliberazione di Giunta Regionale del 28.11.2011 n. 838 – Allegato 1** concernente: *le procedure operative per il rilascio dell'autorizzazione sismica e dell'attestazione di deposito sismico;*
  - ✓ **Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo** concernente: *la regolamentazione dell'utilizzo del territorio, nel rispetto della tutela ambientale, della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture;*
  - ✓ **Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni della Regione Abruzzo** concernente *la regolamentazione dell'utilizzo del territorio in funzione del grado di rischio alluvionale;*
  - ✓ **Regolamento attuativo della legge regionale (Regione Abruzzo) 11,08,2011,n.28** (norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche) – Art. 2 (denuncia dei lavori).
  - ✓ **NTC 2018 D.M. 17 gennaio 2018 e succ. Norme tecniche per le costruzioni e successivi, circolare NTC 11.febbraio 2019, Istruzioni per l'applicazione aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni.**

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



## 2. 2.0 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area indagata, ubicata nel territorio comunale di San Salvo (CH), è compresa nel foglio n.148 Vasto della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 elaborata su base I.G.M. e Foglio 372 Vasto della Carta Geologica CARG 1: 50.000; come da cartografia allegata (vedere Inquadramento geografico e Geologico All.ti n.1 e 3) (figura n.1).



Figura1: Stralcio del Foglio Est della Carta Geologica Regionale Ghisetti & Vezzani, scala 1: 100.000.

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



Il territorio comunale di San Salvo (CH) è ubicato in corrispondenza del sistema collinare periadriatico che si estende dai rilievi della retrostante dorsale appenninica fino al mare, corrispondente al margine orientale dell'Avanfossa Abruzzese-Molisana.

Le formazioni sedimentarie e la geomorfologia dell'area sono strettamente legate alle complesse dinamiche evolutive tettonico-deposizionali dell'area.

A tal proposito si osservano, dal basso, le successioni sedimentarie più antiche (Plio-Pleistoceniche) costituite da depositi pelitico-argillosi di bacino formati durante la fase di immersione dell'Avanfossa, i più recenti depositi (Pleistocenici-Olocenici) sabbiosi-conglomeratici di facies marina (Sabbie giallo-dorate) alternati con i depositi limoso-argillosi e ghiaiosi tipici degli ambienti fluvio-lacustri e fluvio-deltizi, formati durante la fase di sollevamento dell'area, ed in fine si osservano, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua i depositi Olocenici-Quaternari (ghiaioso-sabbiosi) di terrazzo ed alluvionali attuali.

Dal punto di vista geomorfologico l'area del comune di San Salvo si estende sui depositi di terrazzo alluvionale del fiume Trigno che si sviluppano sulla sottostante successione marina sedimentaria costituita dalle Argille e limi-argillosi della Formazione di Mutignano (FMTa).

In particolare, dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio sorge alla sinistra del fondo valle Trigno dando luogo al terrazzo alluvionale su cui si sviluppa il centro abitato di San Salvo.

Nell'area si rinviene la seguente unità sedimentaria, in riferimento alla Carta Geologicotecnica della Microzonazione Sismica di Liv.1 e della Carta Geologica D'Italia CARG scala 1:50.000 VLSb (vedere Allegato Inquadramento Geologico-All.3):

- Depositi alluvionali terrazzati, costituiti da Ghiaie e Ghiaie Sabbiose terrazzate **atn (VLSb)**.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



### 3. 3.0 ASPETTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area in oggetto si trova in Via Alcide De Gasperi, in un'area di sviluppo commerciale situata a c.ca 800 m ad Ovest rispetto al centro storico comunale.

Si tratta dell'attuale sede della ASL 02 di San Salvo, che è costituita da un complesso edificio sviluppato con diverse volumetrie sovrapposte che poggiano le proprie fondazioni a diverse quote.

In particolare si possono osservare tre elementi volumetrici accostati fra loro che compongono l'attuale edificio.

L'elemento principale blocco 1 (*vedere figura n.2*) si sviluppa con un piano interrato e due piani fuori terra ed ha una fondazione superficiale che poggia a c.ca 5 m dal p.c.;

Il blocco 2 si sviluppa con un piano fuori terra ed ha una fondazione superficiale che poggia a c.ca 2,5 m dal p.c.;

Il blocco 3 orientato E/W si sviluppa interamente a piano terra con una fondazione superficiale posta a c.ca 2 m dal p.c..

Nell' area pertinenziale attualmente utilizzata a parcheggio s'intende realizzare il nuovo edificio che sarà adibito a casa di comunità in aggiunta a quello esistente.

La sagoma del nuovo edificio è indicata nello schema concettuale in figura (*vedere figura n.2 e foto figura n.3 – blocco 4*).

Catastalmente il sito è individuato nel Fg. 10 San Salvo alle particelle 4294 (*vedere All.3*).

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

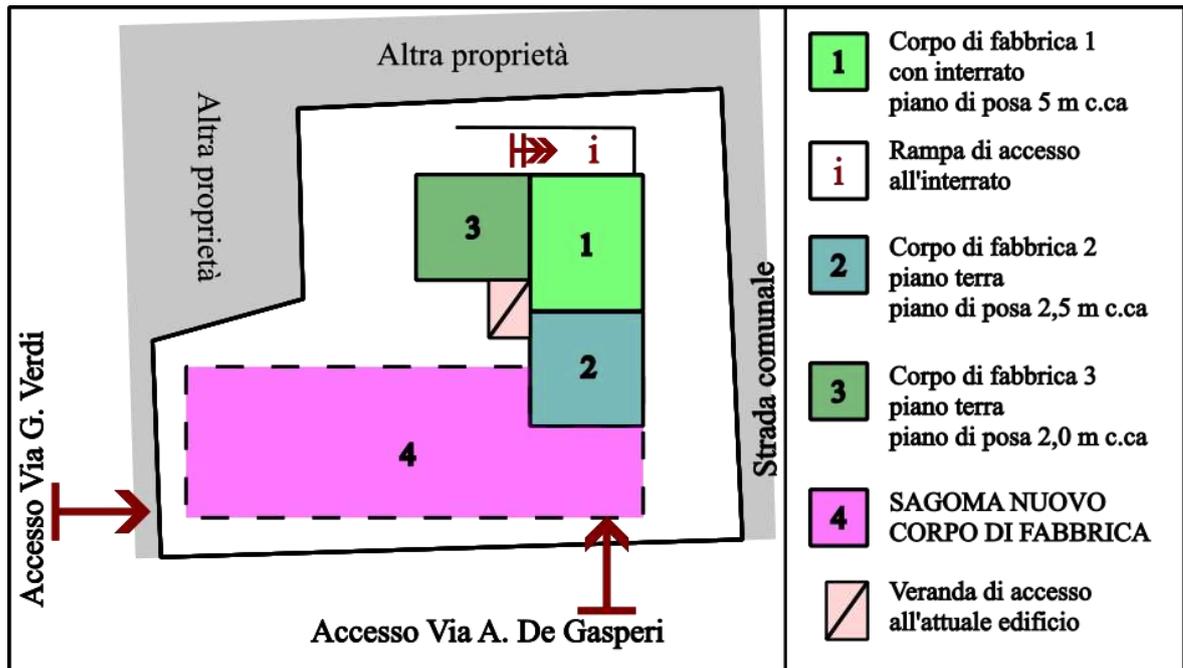


Figura 2: Schema concettuale dei vari corpi di fabbrica degli edifici esistenti e futuri. I piani di posa delle fondazioni sono indicativi.



Figura 3: sagoma dove verrà realizzato il nuovo blocco che sarà adibito a Casa Di Comunità con posti letto.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI E GEOLOGICO SISMICA:**  
 PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
 San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
 4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



Dal punto di vista geologico i terreni presenti nell'area sono stati modellati dall'attività fluviale del F.me Trigno, che ha lasciato il terrazzo alluvionale su cui si sviluppa gran parte del tessuto urbano di San Salvo.

Si tratta quindi di un'area con orografia pianeggiante, che degrada dolcemente verso Est nella zona di Via M.te Grappa che sicuramente era interessata dalla presenza dell'inizio di una incisione fluviale (vedere All. 3).

Nel sito non sono presenti elementi morfologici indicativi di alcun dissesto in atto, a tal proposito nella carta della Pericolosità del PAI l'area non presenta zone di pericolosità (zona Bianca – vedere All.4).

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

## 4. 4.0 RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI

### 1. 4.1 Premessa

Al fine di caratterizzare con precisione le caratteristiche geomeccaniche ed il modello geologico dell'area di studio è stata realizzata una campagna d'indagine con n. 3 sondaggi geognostici con 6 prove penetrometriche dinamiche SPT (nei sondaggi S1 ed S3), due prove penetrometriche DPSH, l'installazione di un piezometro tubo aperto (nel sondaggio S3) e la realizzazione di una prova MASW per la caratterizzazione sismica del sito.

L'ubicazione delle prove è indicata in allegato (**vedere All.5 e fig.n.4**)

 INDAGINE	COORDINATE WGS 84 33/N		INDAGINE IN FORO	INSTALLAZIONE SIMBOLO	
	LAT:	LONG:			
INDAGINE GEOTECNICA	S1	42.042811	14.721840	N.2 SPT	
	S2	42.042510	14.721850		
	S3	42.042510	14.722240	N.2 SPT	PIEZOMETRO TUBO APERTO 
	P1	42.042530	14.721990		
	P2	42.042860	14.721980		
INDAGINE SISMICA	MASW	42.042660	14.721920	CENTRO STENDIMENTO	

Figura 4: ubicazione delle indagini – coordinate geografiche WGS 84 33/N.

### 1. 4.2 Sondaggi Geognostici:

L'ubicazione dei sondaggi geognostici ha il duplice scopo di studiare i terreni di fondazione dell'edificio esistente e della nuova sagoma del futuro edificio da realizzare (vedere All. 5 – ubicazione delle indagini).

A tale scopo sono stati realizzati tre sondaggi geognostici alla profondità di 15 m dal p.c.. I terreni terebrati sono stati opportunamente analizzati descritti e fotografati ed i risultati

di tali analisi sono illustrati nell'apposito allegato (All. 6 – Stratigrafia dei sondaggi e fotografie delle cassette catalogatrici).

Nei tre sondaggi emerge chiaramente che la stratigrafia del sito presenta una certa omogeneità sia laterale che verticale (vedere All.6 e schema riassuntivo figura n.5)

Nei sondaggi è stata rilevata la seguente sequenza stratigrafica, dall'alto verso il basso:

- Rilevato del piazzale che ha uno spessore di variabile tra 0,8m in S1 a 1,2 m in S2;
- Litostrato n.1 costituito da limi argillosi sabbiosi (con carattere coesivo) di facies continentale fluvio deltizio (spessore da 5,3 m in S3 a 6,8 m in S2);
- Litostrato n. 2 presente in tutti i sondaggi costituito da sabbie Giallo Dorate con livelli limosi (con carattere granulare) con spessore variabile da 4,7 m in S3 a 7,5 m in S1 (in S1 non si raggiunge il litostrato ghiaioso);
- Litostrato 3 costituito da ghiaie poligeniche ben arrotondate con matrice sabbiosa Giallo Dorata (presente nei sondaggi S2 ed S3).

schema riassuntivo dati sondaggi geognostici							
LITOLOGIA	S1		S2		S3		PIEZOMETRO-FALDA ACQUIFERA prof. m
	SPESSORE m	SPT	SPESSORE m	SPT	SPESSORE m	SPT	
RILEVATO PIAZZALE	0,8		1,2	NO	1,0		12,5 m
LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI FACIES CONTINENTALE AMBIENTE FLUVIO-DELTIZIO	6,7	3,0 m 5,0 m	6,8		5,3	2,7 m 6,6 m	
SABBIE GIALLO DORATE CON LIVELLI LIMOSI	7,5	12,50 m	5,0		4,7	11,0 m	
GHIAIE POLIGENICHE BEN ARROTONDATE CON MATRICE SABBIOSA GIALLO DORATA	NO		2,0		4,0		

Figura 5: Schema riassuntivo risultati stratigrafici.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



Il sondaggio S3 è stato allestito con un piezometro tubo aperto che ha consentito di registrare il livello piezometrico che si attestava a 12,50 m il giorno 18/02/2023.

## 2. 4.3 Prove dinamiche in foro Standard Penetration Test (SPT)

Nei sondaggi S1 ed S3 sono state realizzate n. 6 prove SPT a varie profondità, che intercettavano le diverse litologie ed i diversi piani di fondazione. Di seguito si illustra una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti (vedere tabella figura n. 6 ed All. 7).

Sondaggio geognostico di riferimento	Prof. m.	L1	L2	L3	NSPT	litologia
S1	3,0	6	13	16	29	L
	5,0	7	13	15	28	L
	12,5	8	11	16	27	S
S3	2,7	4	8	9	17	L
	6,6	7	12	17	29	S-L
	11,0	6	21	>30	51*	G

LEGENDA: L= LIMO S= SABBIA S-L = SABBIA E LIMO G= GHIAIA  
\* rifiuto all'avanzamento dell'utensile

Figura 6: Tabella riassuntiva dei dati ottenuti nelle prove SPT.

## 3. 4.4 Prova penetrometrica dinamica DPSH:

Le prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH sono state realizzate con un penetrometro della Pagani (vedere All.8).

Si ricorda che la prova penetrometrica dinamica leggera consiste nel conteggio del numero di colpi necessari per infiggere nel terreno, mediante l'uso di un maglio avente peso noto (63,5 Kg) ed altezza di volata costante (75 cm), una batteria di aste munita di punta conica avente dimensione standard, per tratti successivi di 20 cm.

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



I dati che si ottengono da queste prove forniscono indicazioni utili sia di tipo qualitative e quantitative per una analisi conoscitiva delle caratteristiche del sottosuolo.

L'esecuzione dell'analisi penetrometrica consente di ricavare, in continuo la resistenza all'avanzamento della punta (resistenza dinamica  $R_p$ ).

Questo parametro è rappresentativo dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo; i parametri che si ottengono da tale prova sono indicati in allegato "prova penetrometrica" (vedere All. 8).

L'ubicazione delle prove è indicata in allegato (vedere All. n.5).

Dall'analisi dei grafici n. di colpi/profondità si osserva che le due prove hanno un andamento del grafico simile tra loro e che i valori dei n. di colpi si attestano mediamente sui 6-7 colpi e non si registrano particolari picchi di variazione della resistenza del materiale.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

#### 4. 4.5 Modello Geotecnico dell'area di studio:

Di seguito si illustra il modello geotecnico dell'area di studio che può, per le caratteristiche di omogeneità dei dati raccolti, essere rappresentato con uno schema unidimensionale.

Di seguito si illustra in figura il modello lito stratigrafico schematico dell'area di studio (vedere figura n.7 e All.11).

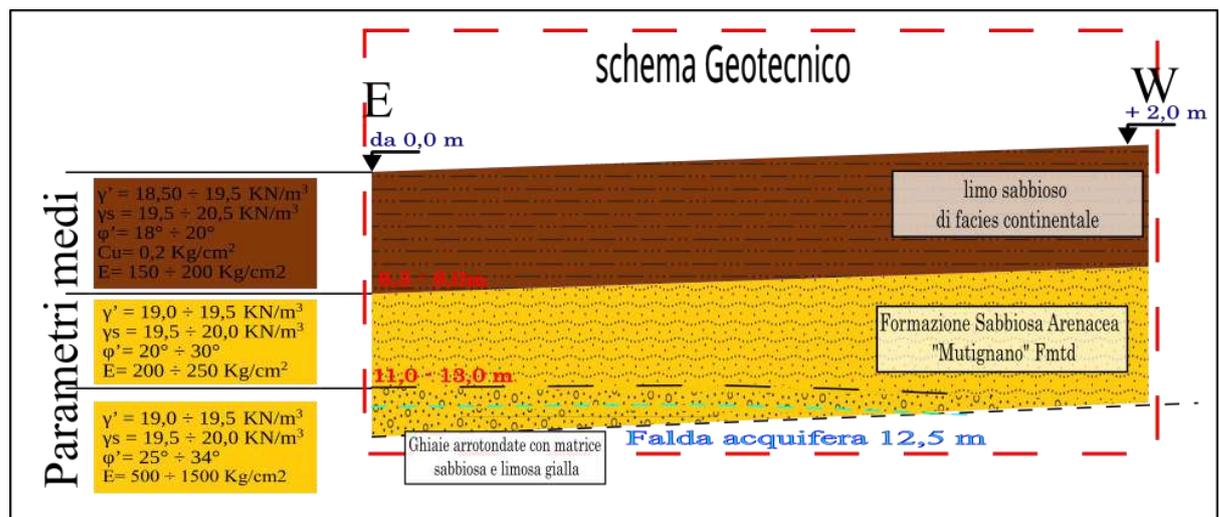


Figura 7: Parametri geotecnici "indicativi" - All.11.



**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696

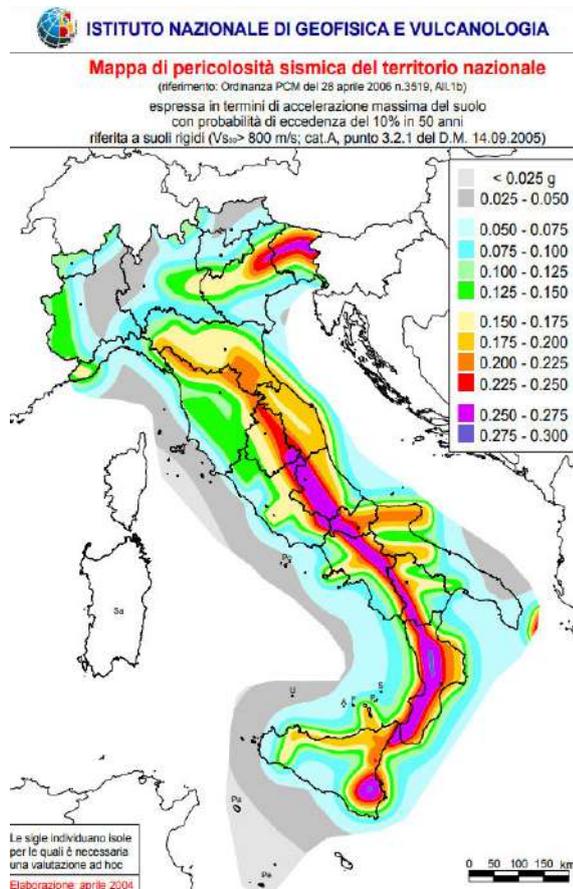


propagazione delle onde sismiche  $V_s > 800$  m/s.

Tale modello serve a definire il grado di pericolosità legato alle *sole caratteristiche sismologiche* di un'area e dipende dal tipo di evento sismico, dalla profondità e distanza della sorgente sismica (ipocentro-epicentro), dall'energia e dalla frequenza dei terremoti (magnitudo - numero di eventi nel tempo).

La Pericolosità Sismica di Base serve a definire il terremoto di riferimento, indispensabile per effettuare uno studio particolareggiato della sismicità locale di un determinato territorio. In parole semplici il terremoto di riferimento rappresenta l'evento sismico che ci si attende in una determinata area in un certo intervallo di tempo, ad esempio, in base al modello matematico-probabilistico; a San Salvo in un intervallo di 50 anni si attende un valore di accelerazione al suolo compreso tra 0,100 – 0,125 g (vedere figura 9).

A tal proposito si ricorda che il territorio comunale di San Salvo ricade in Zona 3 cioè in area soggetta a scuotimenti modesti (figura n. 9).



**Figura 9: Mappa della Pericolosità Sismica di Base del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo; particolare della zona di San Salvo è tra 0,100-0,125 g.**

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



Tuttavia, questo dato di accelerazione, non considera che nel caso si verifichi un evento sismico, si possono avere degli effetti di amplificazione locale del terremoto dovuti alle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche dei terreni che vengono attraversati dalle onde sismiche; inoltre, lo stesso dato, non considera gli eventi catastrofici che si verificano sia durante che dopo un terremoto (fenomeni cosismici e postsimici), come ad esempio i fenomeni di liquefazione oppure quelli di frana ecc...

Per di studiare complessivamente la sismicità di un'area è quindi necessario valutare il grado della Pericolosità Sismica Locale e per fare ciò ci si serve dello strumento della Micronazione Sismica (MS). Lo scopo della Microzonazione Sismica è quindi quello di individuare, ad una scala *sufficientemente grande* delle aree che hanno un uguale comportamento sismico<sup>1</sup>.

In sostanza, lo studio di Microzonazione Sismica viene sintetizzato con una carta del territorio nel quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante (non c'è alcuna discordanza del comportamento sismico rispetto alla Sismicità di Base);
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio (effetti di amplificazione sismica locale);
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazione, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Va da sé che ai fini della prevenzione sismica e della valutazione del rischio sismico, la Microzonazione Sismica è uno strumento indispensabile per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione finalizzata alla gestione dell'emergenza terremoto. In questa prima fase la Regione Abruzzo si è attivata, dopo il sisma dell'Aquila, per la realizzazione degli studi di *MS di livello 1*, che rappresenta una prima fase di studio del territorio comunale che consiste sostanzialmente in una raccolta dei dati preesistenti e quindi nella realizzazione di un primo data-base, ed in una suddivisione del territorio in *microzone ad omogeneo comportamento sismico*.

Lo studio è composto da due tavole in scala 1:5.000 che comprendono l'intero territorio comunale denominate con il termine di Tavola A e tavola B. Nel comune di San Salvo la Microzonazione sismica di livello 1 è stata realizzata nell'intero territorio comunale ed il sito oggetto di studio ricade all'interno della Tavola B – settore SO del territorio della Carta delle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica) ed il sito ricade nella Zona 1 corrispondente ad una successione litologica con Ghiaie e Ghiaie Sabbiose poggianti sulla formazione di base di Mutignano delle Argille “Grigio Azzurre” FMTa.

1

- ✓ Gruppo di Lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, Parte I, paragrafo 1.5 *generalità*, pag. 24.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



La formazione “Fmt-Mutignano” rappresenta il substrato sismico non rigiro dell’area di San Salvo ovvero con velocità di propagazione delle onde Vs inferiore ad 800 m/s (vedere All. 10 - **“Stralcio Carta delle MOPS”**).

*Tuttavia si fa presente che dalle indagini effettuate, il sito differisce dalla categoria descritta perché la sequenza stratigrafica è costituita dalle argille di facies continentale con spessore 8,0 m che poggiano sulla formazione di base del termine sabbioso arenaceo di Mutignano (Sabbie Giallo Dorate).*

Per quanto riguarda la definizione della Pericolosità di Base del territorio di San Salvo occorre innanzitutto conoscere la sismicità storica del luogo.

**Sismicità Storica** – I dati di sismicità storica sono stati reperiti dall'archivio DBMI08aq<sup>2</sup> edito dall'Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.). L'archivio contiene i dati storici, dall'anno 1000 al 2006, degli eventi sismici che hanno causato danni nel territorio Italiano.

Nella tabella (vedere figura 10) è riportato l'elenco dei terremoti che hanno interessato il territorio comunale di San Salvo. Nella tabella sono indicati numerosi eventi sismici superiori o uguali al quinto grado della scala Mercalli (MCS) corrispondente ad un effetto del terremoto sulla popolazione e sui manufatti che si può definire "forte" cioè avvertita da tutti con danni alle strutture.

Il grafico Intensità/Tempo degli eventi sismici (vedere figura 10-11) illustra i principali terremoti su descritti mettendo in evidenza come la maggior parte di essi ha magnitudo attorno a cinque ( $I_s \approx 5$ ).

---

✓ <sup>2</sup>M. Locati (INGV-MI) Aprile 2009. Database macrosismico italiano. DBMS08aq realizzato nell'ambito dell'attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 “Banche dati e metodi macrosismici”, con il contributo iniziale del Progetto INGV-DPC S1 della convenzione INGV-DPC 2004-2006.  
<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI08/>

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
 Ordine Geologi Abruzzo n.349  
 mob: 328.3312586  
 Tel/Fax:0873.365820  
 e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
 P.zza Della Concordia,47  
 66054 Vasto (CH)



C.F.: DTTLGU72A13E372H  
 P. I.V.A.: 02143520696



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
5-6	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
5	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
3-4	2003	03	29	17	42	1	Adriatico centrale	68		5.43
NF	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68
3-4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
4-5	2018	08	16	18	19	0	Molise	15	5	5.29

Figura 10: Principali eventi sismici registrati nel comune di San Salvo (CH) - DBMI08aq.

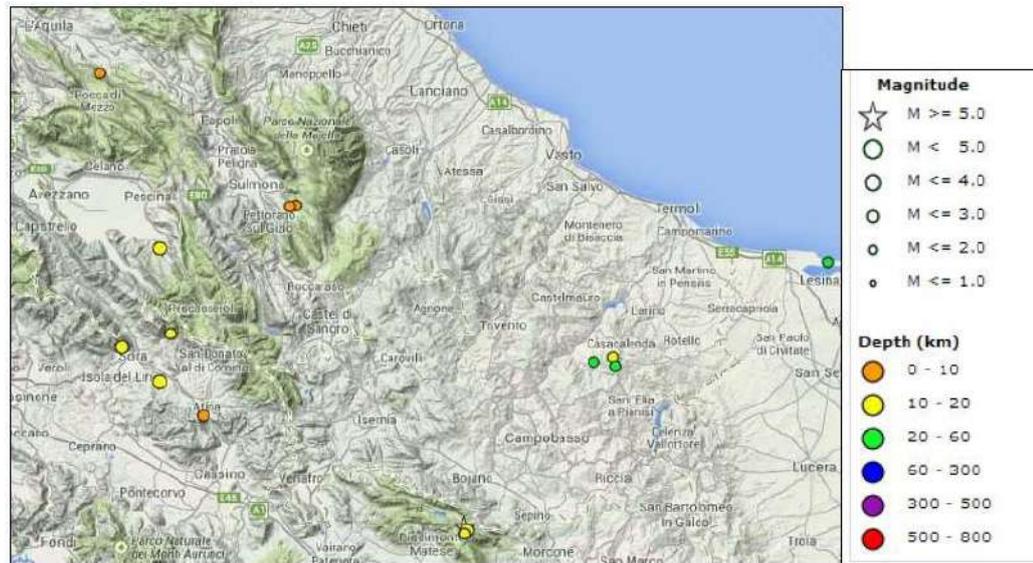
**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
 E GEOLOGICO SISMICA:**  
 PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
 nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
 San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
 4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
 Ordine Geologi Abruzzo n.349  
 mob: 328.3312586  
 Tel/Fax:0873.365820  
 e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
 P.zza Della Concordia,47  
 66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
 P. I.V.A.: 02143520696



**Figura 11.: zone epicentrali dei terremoti con magnitudo superiore a 3,5 registrati dal 2007 ad oggi.**

### Forme spettrali previste dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni -

In base alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.14.01.2008), l'area di San Salvo presenta un'accelerazione massima attesa su suolo rigido, ovvero sul substrato rigido affiorante ovvero con velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s > 800$  m/s, pari a 0,047g per un periodo di ritorno di 50 anni; tale periodo è di riferimento per i normali edifici residenziali. I principali parametri utili per la progettazione sono riportati di seguito in tabella (vedere figura 12).

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

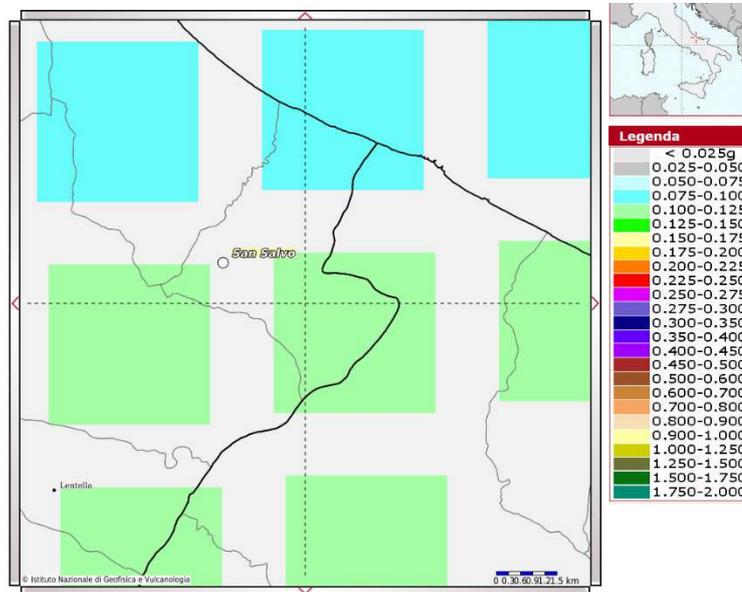
$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,038	2,503	0,291
50	0,047	2,523	0,335
72	0,053	2,587	0,353
101	0,059	2,638	0,368
140	0,066	2,609	0,411
201	0,075	2,616	0,429
475	0,102	2,601	0,449
975	0,126	2,696	0,467
2475	0,160	2,780	0,531

**Figura 12 : Tabella dei parametri per la definizione delle forme spettrali di progetto sulla base delle NTC - D.M. 14/01/2008.**

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
 E GEOLOGICO SISMICA:**  
 PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
 nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
 San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
 4294.

**Mappe interattive di pericolosità Sismica** – Le mappe di pericolosità sismica fornite dall'INGV<sup>3</sup> consentono di visualizzare la distribuzione spaziale dello scuotimento atteso in termini di accelerazione al suolo rigido e di avere informazioni sui dati disaggregati di pericolosità sismica (vedere figura n.13).



**Figura 13: Mappa dello scuotimento atteso in termini di accelerazione con tempo di ritorno di 50 anni e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni - valore di ag compreso tra 0,100 - 0.125.**

Di seguito viene illustrato il grafico della disaggregazione del valore di accelerazione in funzione della distanza (vedere figure 14-15). Si ricorda che il valore di scuotimento atteso, che nel caso di San Salvo è di 0.047 g è un valore statistico che si prevede non venga superato al 90% di probabilità in un periodo di 50 anni, o anche che tale valore possa essere superato con il 10% di probabilità in 50 anni.

La disaggregazione invece, indica la percentuale di valore di pericolosità a cui contribuisce ogni singolo evento possibile, in funzione della magnitudo e della distanza epicentrale dell'evento sismico. Ad esempio alla pericolosità di San Salvo (0,049g con 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni) il massimo contributo probabilistico è dato dalla probabilità del 5,75 % per i terremoti di magnitudo compresa fra 6,5 e 7,0 con epicentro a distanza compresa fra 50 e 60 km (figura 10).

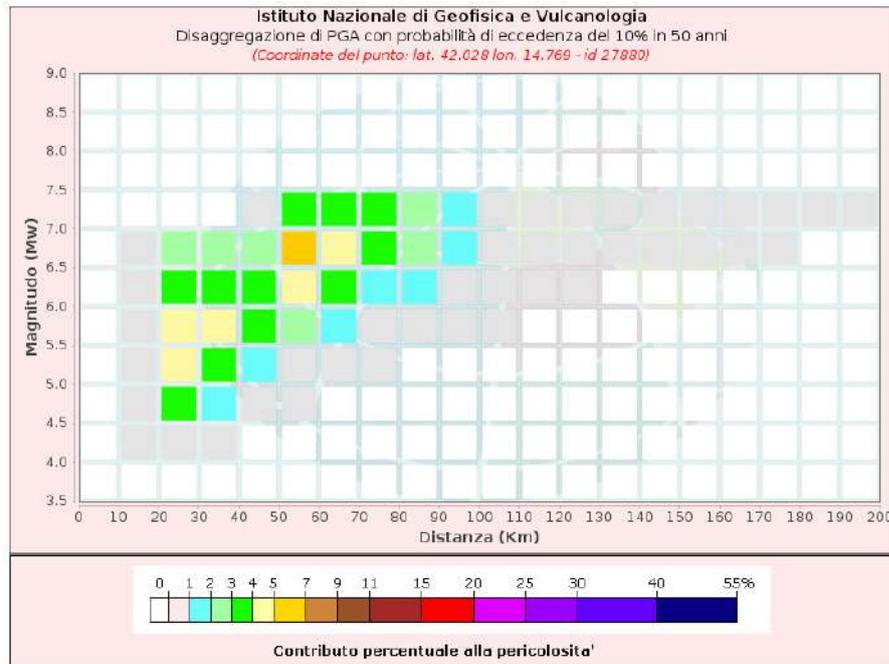
✓ <sup>3</sup>Convenzione INGV-DPC 2004-2006, Progetto S1. Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi. Consultabile sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
 Ordine Geologi Abruzzo n.349  
 mob: 328.3312586  
 Tel/Fax:0873.365820  
 e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
 P.zza Della Concordia,47  
 66054 Vasto (CH)



C.F.: DTTLGU72A13E372H  
 P. I.V.A.: 02143520696



**Figura 14: Grafico di disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni in funzione della distanza epicentrale e della magnitudo.**

Distanza (Km)	Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.028 lon. 14.769 - id 27880)										
	Magnitudo (Mw)										
	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	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0117	0.0348	0.0348	0.0271	0.0170	0.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0540	0.8400	4.8300	4.5100	3.3300	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0474	1.4300	3.3900	4.2600	3.8900	2.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.1880	1.8700	3.5300	3.9400	2.6100	0.3280	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0004	0.4940	2.6600	4.7400	5.7500	3.7600	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0275	1.0900	3.0800	4.6800	3.8200	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.3280	1.9100	3.5500	3.2600	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0548	1.0400	2.5100	2.4700	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0077	0.4130	1.4500	1.4100	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.1380	0.8420	0.8400	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0298	0.4300	0.4410	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	0.2420	0.2820	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250	0.1850	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0518	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0188	0.0768	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0452	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0202	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.26	53.2	1.66

**Figura 15: valori disaggregazione.**

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI E GEOLOGICO SISMICA:**  
 PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
 San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
 4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



## 2. 5.2: Prova sismica MASW:

La prova MASW è stata realizzata nel piazzale della sede ASL 02 (**vedere All.5 Ubicazione delle indagini**). La prova è stata realizzata per la determinazione del Vseq e della categoria sismica di sottosuolo (**vedere All.9 - “prova MASW”**).



**Figura 12: Stendimento della prova sismica MASW – i geofoni sono poggiati su tripodi.**

Si ricorda che la tecnica MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) è una metodologia sismica indiretta che stabilisce il profilo di rigidità e velocità sismiche in maniera indiretta, tramite la misura in sito della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh ( $V_r$ ) in modo da ottenere una curva di dispersione (curva f-k).

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo.

Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing spaziale.

Nello specifico, sono stati usati 24 posti alla distanza intergeofonica di 2,0 m, che ci ha consentito di raggiungere il Substrato non rigido costituito dalla formazione di Mutignano (FMt).

**Dall'analisi effettuata è emerso che il valore di  $V_{s,eq}$  è di 257 m/s** corrispondenti alla categoria di suolo di tipo C "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistente, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità ..., con  $V_s$  compreso tra 180 e 360 m/s" (vedere All. 9 "Prova MASW").

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



### 3. 5.3 Sismicità di base:

Per il calcolo della sismicità di base si fa presente che la Categoria sottosuolo è “C”, categoria topografica **T1** (inclinazione media del pendio maggiore inferiore a 15°).

### 5. 6.0 CONCLUSIONI:

La presente relazione, elaborata su incarico della Azienda Sanitaria Locale 02 Lanciano Vasto Chieti, per il *Progetto* PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità nella Struttura Sanitaria di San Salvo (CH) - C.I.G. n. Z70399169B situata in Via Alcide De Gasperi, 1.

Lo studio è finalizzato al riconoscimento delle litologie affioranti, all’individuazione del trend morfo-evolutivo della zona, alla ricostruzione dell’ambito geologico ed idrogeologico in cui è inserita l’area e alla valutazione della risposta sismica locale del sito di indagine.

La campagna di indagine è stata eseguita effettuando: un rilievo di superficie, l’acquisizione di indagini bibliografiche, una prova sismica attiva MASW, n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n. 6 prove SPT in foro, n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dinamic Penetration Super Havy) ed una installazione di un foro di sondaggio con tubo piezometrico aperto.

In riferimento alla Carta Geologicotecnica della Microzonazione Sismica di Liv.1 e della Carta Geologica D’Italia CARG scala 1:50.000 VLSb:

- Depositi alluvionali terrazzati, costituiti da Ghiaie e Ghiaie Sabbiose terrazzate **atn (VLSb)**.

L’area in oggetto si trova in Via Alcide De Gasperi, in un’area di sviluppo commerciale situata a c.ca 800 m ad Ovest rispetto al centro storico comunale.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



Si tratta dell'attuale sede della ASL 02 di San Salvo, che è costituita da un complesso edificio sviluppato con diverse volumetrie sovrapposte che poggiano le proprie fondazioni a diverse quote.

In particolare si possono osservare tre elementi volumetrici accostati fra loro che compongono l'attuale edificio.

L'elemento principale blocco 1 si sviluppa con un piano interrato e due piani fuori terra ed ha una fondazione superficiale che poggia a c.ca 5 m dal p.c.;

Il blocco 2 si sviluppa con un piano fuori terra ed ha una fondazione superficiale che poggia a c.ca 2,5 m dal p.c.;

Il blocco 3 orientato E/W si sviluppa interamente a piano terra con una fondazione superficiale posta a c.ca 2 m dal p.c..

Nell' area pertinenziale attualmente utilizzata a parcheggio s'intende realizzare il nuovo edificio che sarà adibito a casa di comunità in aggiunta a quello esistente.

Catastalmente il sito è individuato nel Fg. 10 San Salvo alle particelle 4294.

Dal punto di vista geologico i terreni presenti nell'area sono stati modellati dall'attività fluviale del F.me Trigno, che ha lasciato il terrazzo alluvionale su cui si sviluppa gran parte del tessuto urbano di San Salvo.

Si tratta quindi di un'area con orografia pianeggiante, che degrada dolcemente verso Est nella zona di Via M.te Grappa che sicuramente era interessata dalla presenza dell'inizio di una incisione fluviale.

Nel sito non sono presenti elementi morfologici indicativi di alcun dissesto in atto, a tal proposito nella carta della Pericolosità del PAI l'area non presenta zone di pericolosità (zona Bianca).

Dalla campagna d'indagine realizzata possiamo trarre le seguenti conclusioni:

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.la  
4294.

**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezza postale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezza postale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)  
C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696



- Dai sondaggi geognostici realizzati si osserva la presenza di un primo litostrato costituito da Argilla Limosa Sabbiosa (con comportamento coesivo) di formazione fluvio deltizia che ha uno spessore di c.ca 8 m, al di sotto del quale si rinvencono le sabbie Giallo Dorate ed in profondità nei sondaggi S2 ed S3 sono presenti Ghiaie ben arrotondate con matrice sabbiosa giallo dorata;
- In relazione a tale assetto litostratigrafico si fa presente che le strutture fondali dell'edificio esistente poggiano sul primo litostrato ovvero, sulle Argille Limose Sabbiose, che hanno un comportamento geomeccanico tipico dei terreni coesivi e sono per loro natura **impermeabili**;
- *A tal proposito si sottolinea che un'eventuale progetto di sopraelevazione potrebbe inficiare l'attuale stabilità delle fondazioni più superficiali ossia i corpi del fabbricato che non hanno il piano interrato, pertanto nel caso si decida di procedere alla sopraelevazione si **consiglia** di intervenire preventivamente sulle fondazioni esistenti o con palificate (micropali di fondazione) che raggiungano le sottostanti sabbie e ghiaie o con interventi di consolidamento dei terreni di sottofondazione mediante iniezioni di malte o resine che tengano conto della bassa permeabilità del terreno fondale o con altro tipo di intervento che il progettista riterrà opportuno*;
- Per quanto riguarda l'edificazione del nuovo stabile, viste le buone caratteristiche geomeccaniche della formazione sabbiosa e ghiaiosa, si consiglia di realizzare delle fondazioni profonde che poggino su di esse (a c.ca 10 m dal p.c.);
- Dal punto di vista sismico il terreno oggetto di studio appartiene alla categoria di suolo "C" avendo registrato una velocità delle  $V_{seq}$  pari a 257 m/s ed una categoria topografica **T1** (pianeggiante).

Vasto 02.03.2023

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi  
San Salvo (CH) Foglio 100/11a  
4294.

Dott. Geol. Luigi Di Totto



**Dott. Geol. Luigi Di Totto**  
Ordine Geologi Abruzzo n.349  
mob: 328.3312586  
Tel/Fax:0873.365820  
e.mail: [geologo.luigiditotto@gmail.com](mailto:geologo.luigiditotto@gmail.com)  
[luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it](mailto:luigiditotto@epap.sicurezzapostale.it)

Address:  
P.zza Della Concordia,47  
66054 Vasto (CH)

C.F.: DTTLGU72A13E372H  
P. I.V.A.: 02143520696

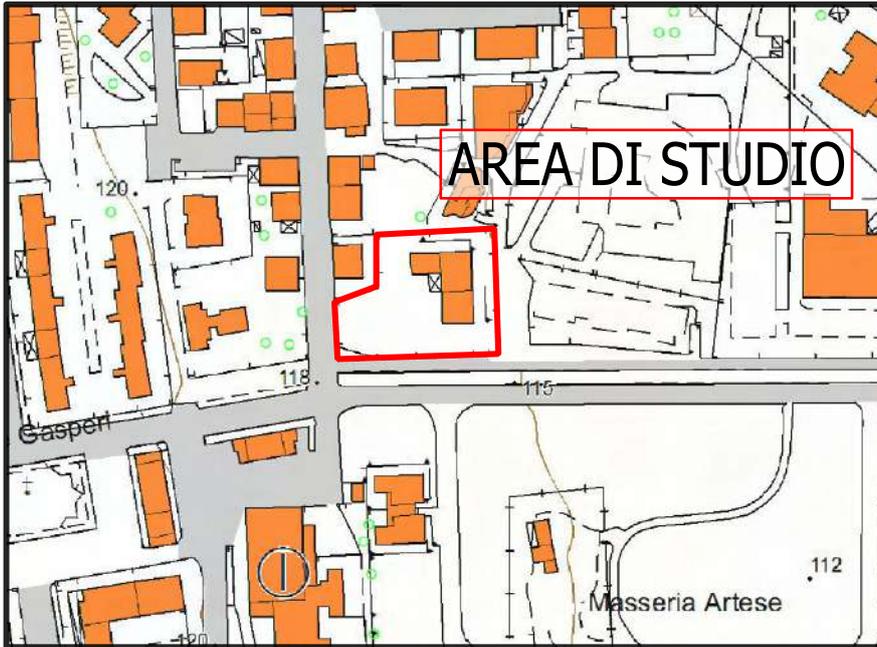


*All.C./s:*

- All.1. Inquadramento geografico;
- All.2. Stralcio catastale;
- All.3. Inquadramento geologico;
- All.4. Stralcio Carta Della Pericolosità PAI;
- All.5. Ubicazione delle indagini;
- All.6. Sondaggi Geognostici – Stratigrafie e Foto;
- All.7. Elaborazioni prove penetrometriche in foro SPT;
- All.8. Elaborazione prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- All.9. Indagine sismica MASW;
- All.10. Stralcio Carta delle MOPS – Microzonazione Sismica liv.1;
- All.11. Modello geotecnico.

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA DELLE INDAGINI  
E GEOLOGICO SISMICA:**  
PNRR Mission 6 Component 1 – Relazione della Casa Di Comunità  
nella Struttura Sanitaria di San Salvo. C.I.G. n. Z70399169B.

Località: Via A. De Gasperi,1  
San Salvo (CH) Foglio 10 p.lla  
4294.



inquadramento  
geografico

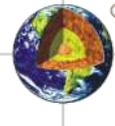
Coord. wgs 84  
lat: 42,04260  
long: 14,72279

***Stralcio CTR 1:5.000***



***Stralcio Carta  
generale del territorio  
1:10.000***

Dott. Luigi Di Tutto  
Geologo

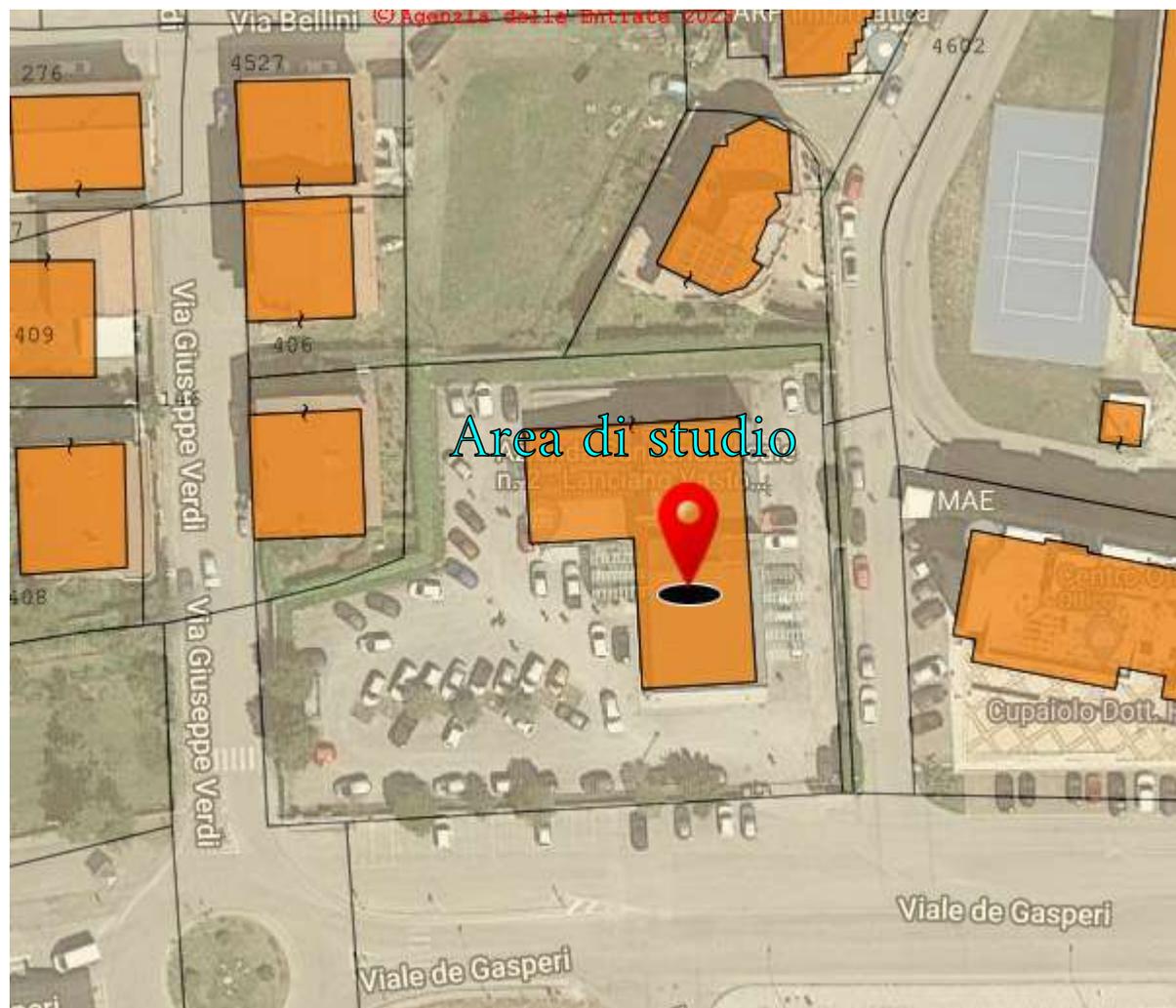


**INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

**all. 1**

foglio n.10 San Salvo  
part.IIa: n.4294

# STRALCIO CATASTALE

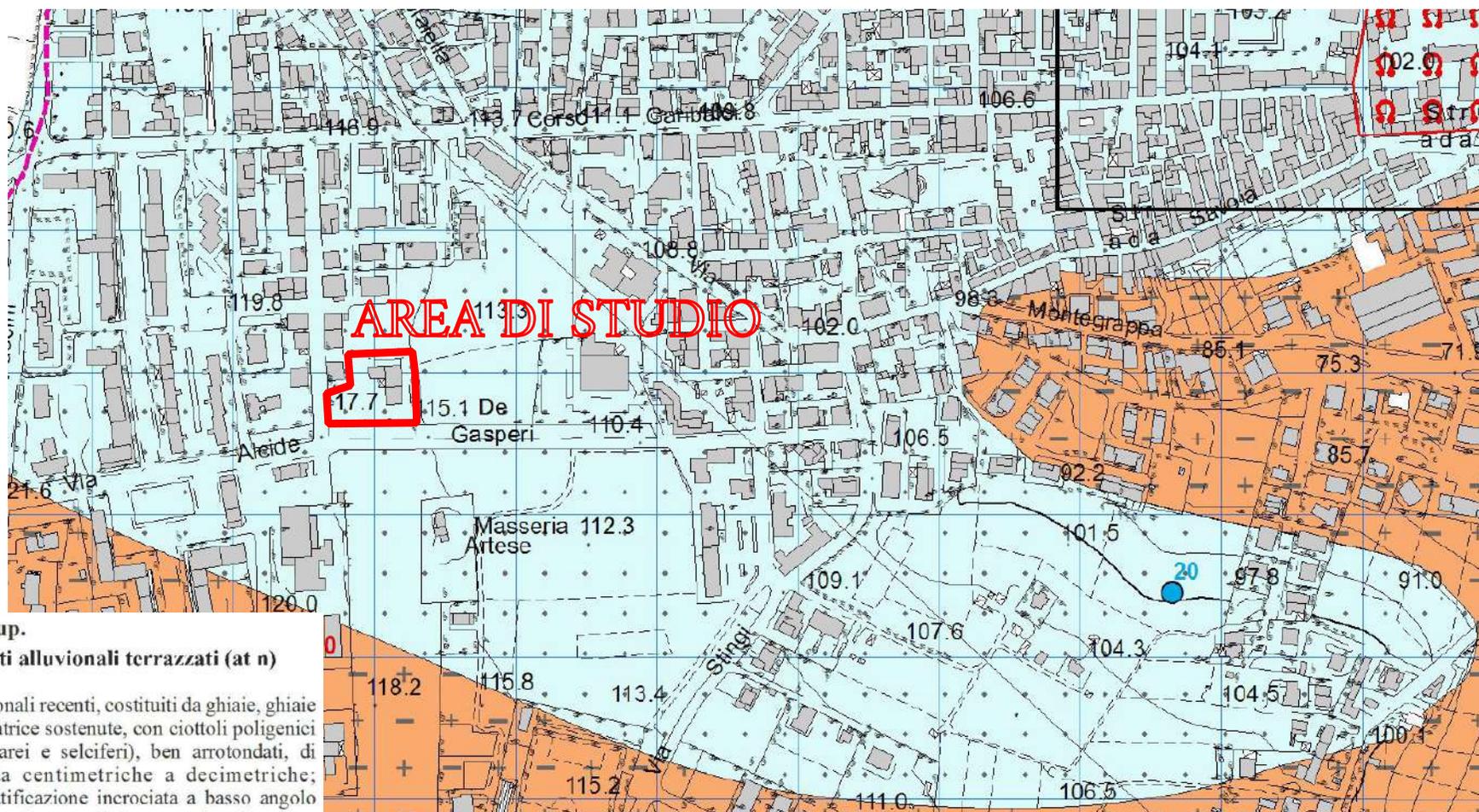


stralcio mappa catastale  
tratta dal sito formaps



all. 2

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO



Pleistocene Sup.

Depositi alluvionali terrazzati (at n)

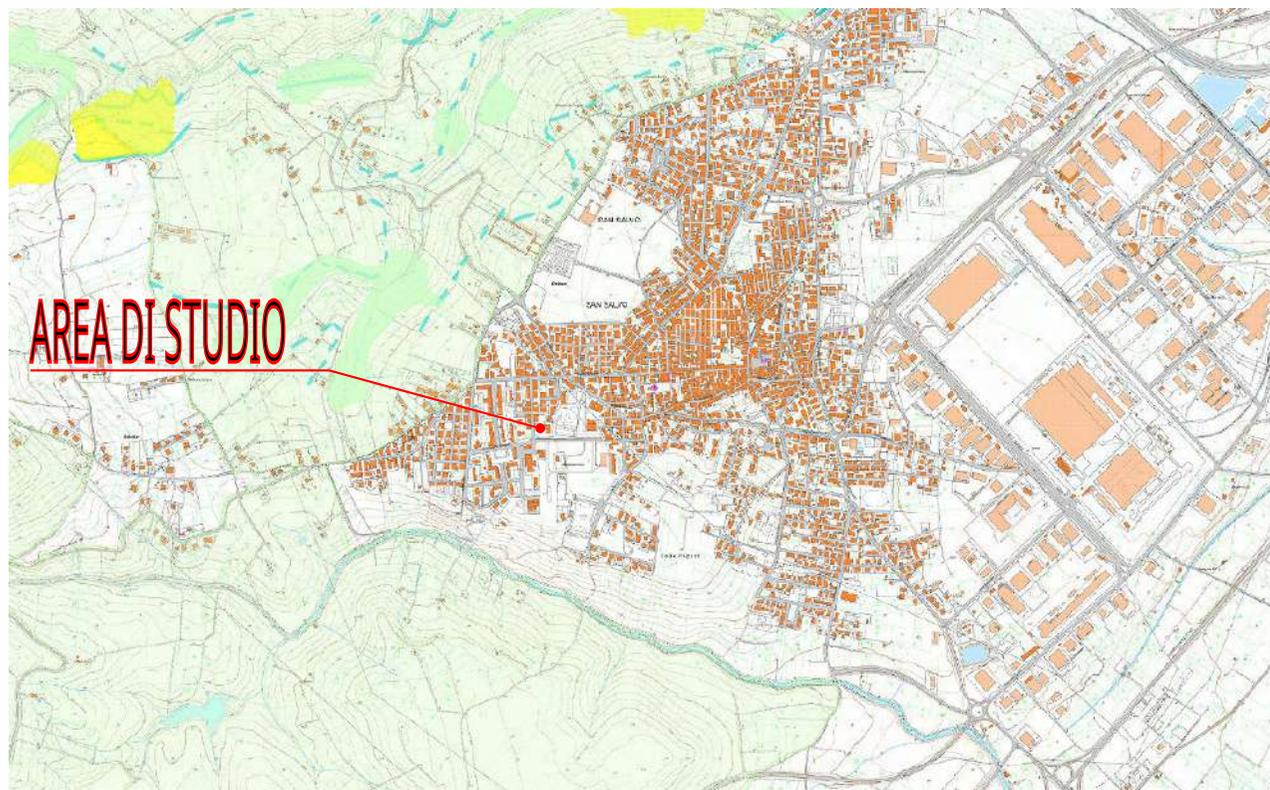
Depositi alluvionali recenti, costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose, a matrice sostenute, con ciottoli poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), ben arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche; presentano stratificazione incrociata a basso angolo (fino a 30°) o pianoparallela, con ciottoli spesso embriciati; il grado di cementazione è in genere modesto o nullo. All'interno dei corpi ghiaiosi sono presenti lenti sabbiose, localmente argillose, di spessore decimetrico o metrico. Lo spessore affiorante varia da pochi metri a circa 15 m. La numerazione indicata al posto della lettera "n" definisce l'ordine di terrazzamento.

Stralcio della Carta Geologico Tecnica  
della Microzonazione Sismica Livello 1



all.3

# STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' PAI

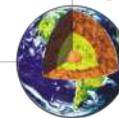


## CLASSI DI PERICOLOSITA'

-  **P1 PERICOLOSITA' MODERATA**  
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.
-  **P2 PERICOLOSITA' ELEVATA**  
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.
-  **P3 PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA**  
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.
-  **PS PERICOLOSITA' DA SCARPATA**  
Aree interessate da Dissesti generati da Scarpate.

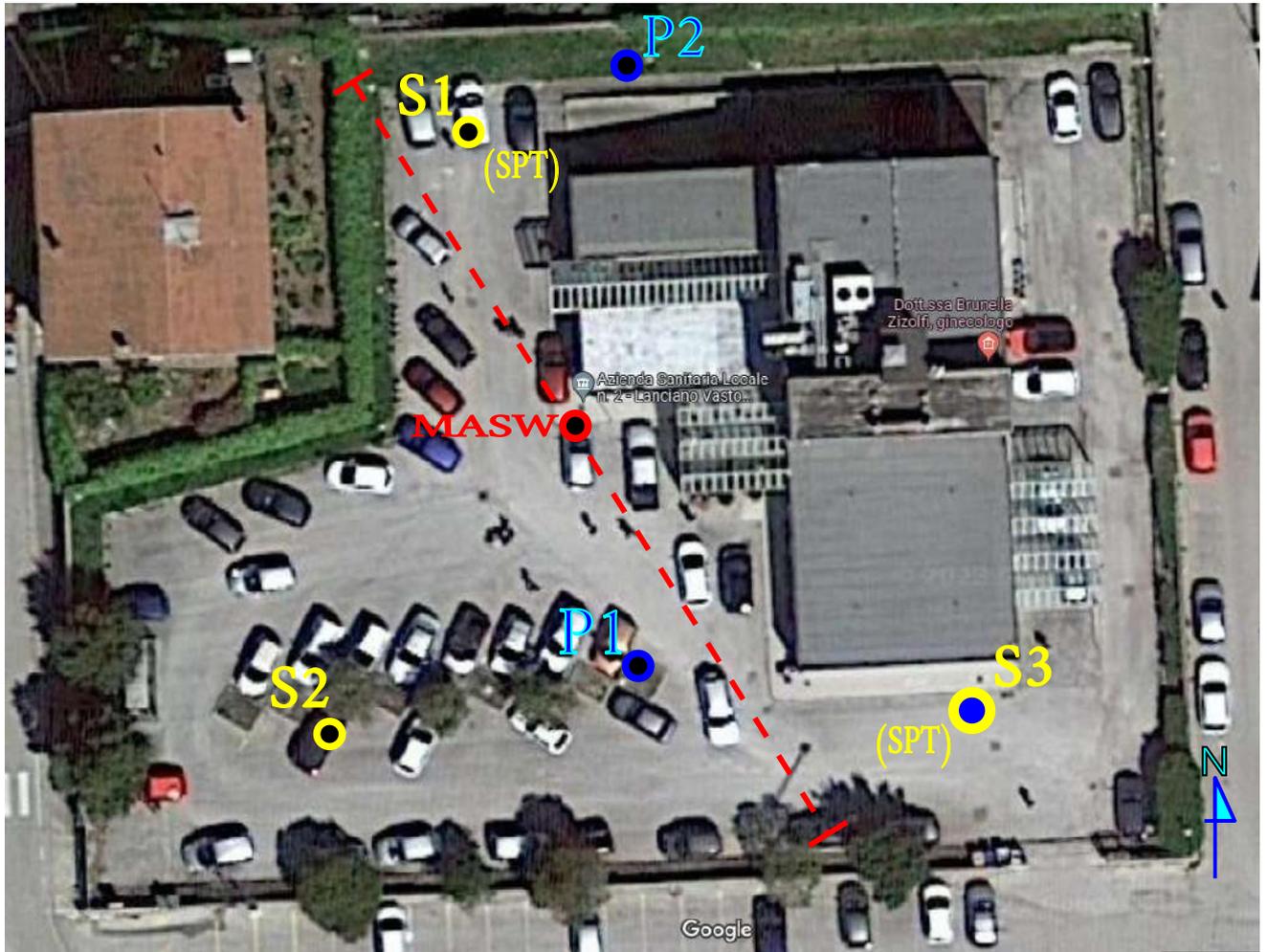
## ZONA non pericolosa BIANCA

Dott. Luigi Di Totto  
Geologo



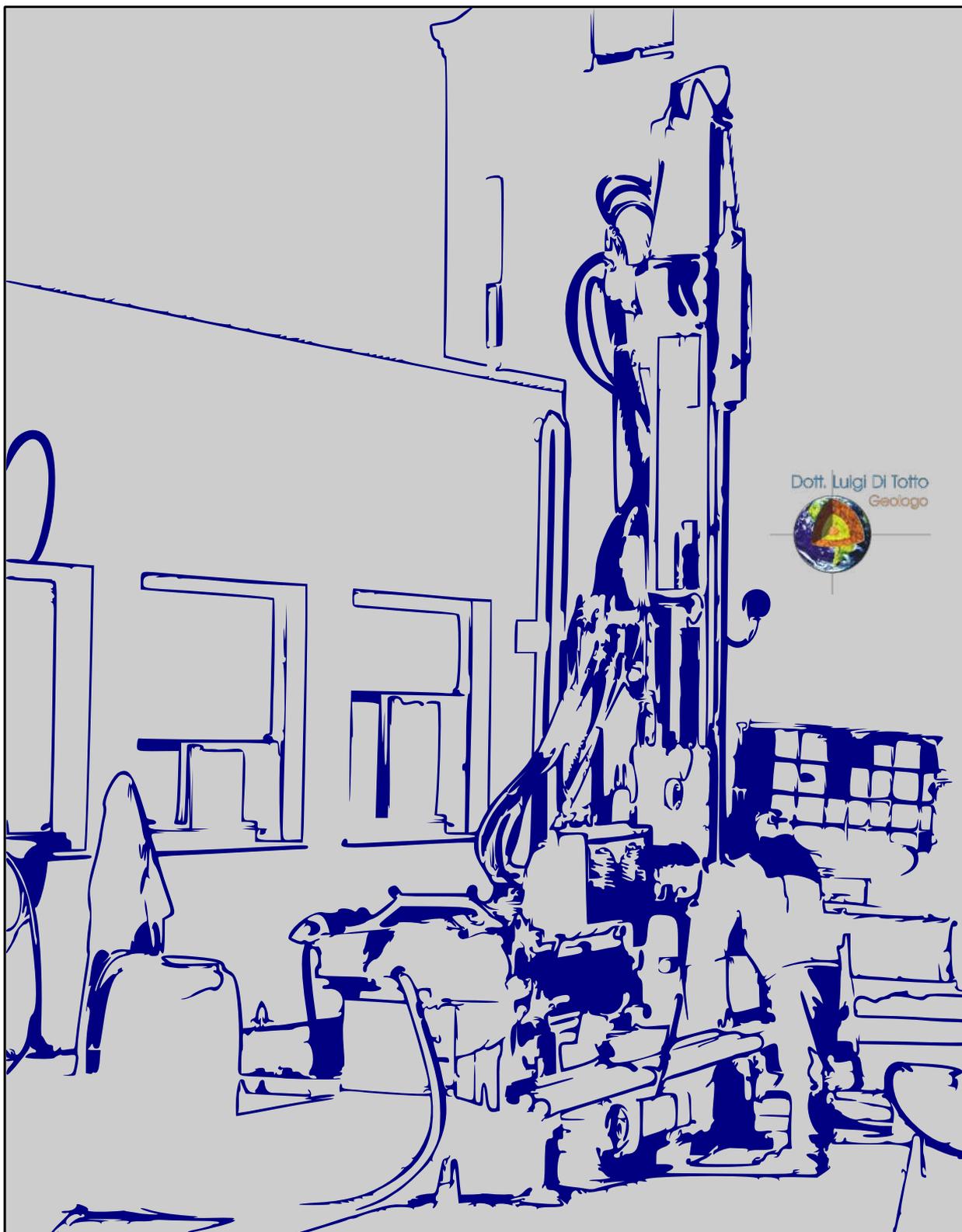
# Al.4

# UBICAZIONE DELLE INDAGINI



	INDAGINE	COORDINATE WGS 84 33/N		INDAGINE IN FORO	INSTALLAZIONE SIMBOLO
		LAT:	LONG:		
INDAGINE GEOTECNICA	S1	42,042811	14,721840	N.2 SPT	
	S2	42,042510	14,721850		
	S3	42,042510	14,722240	N.2 SPT	PIEZOMETRO TUBO APERTO 
	P1	42,042530	14,721990		
	P2	42,042860	14,721980		
INDAGINE SISMICA	MASW	42,042660	14,721920	CENTRO STENDIMENTO	

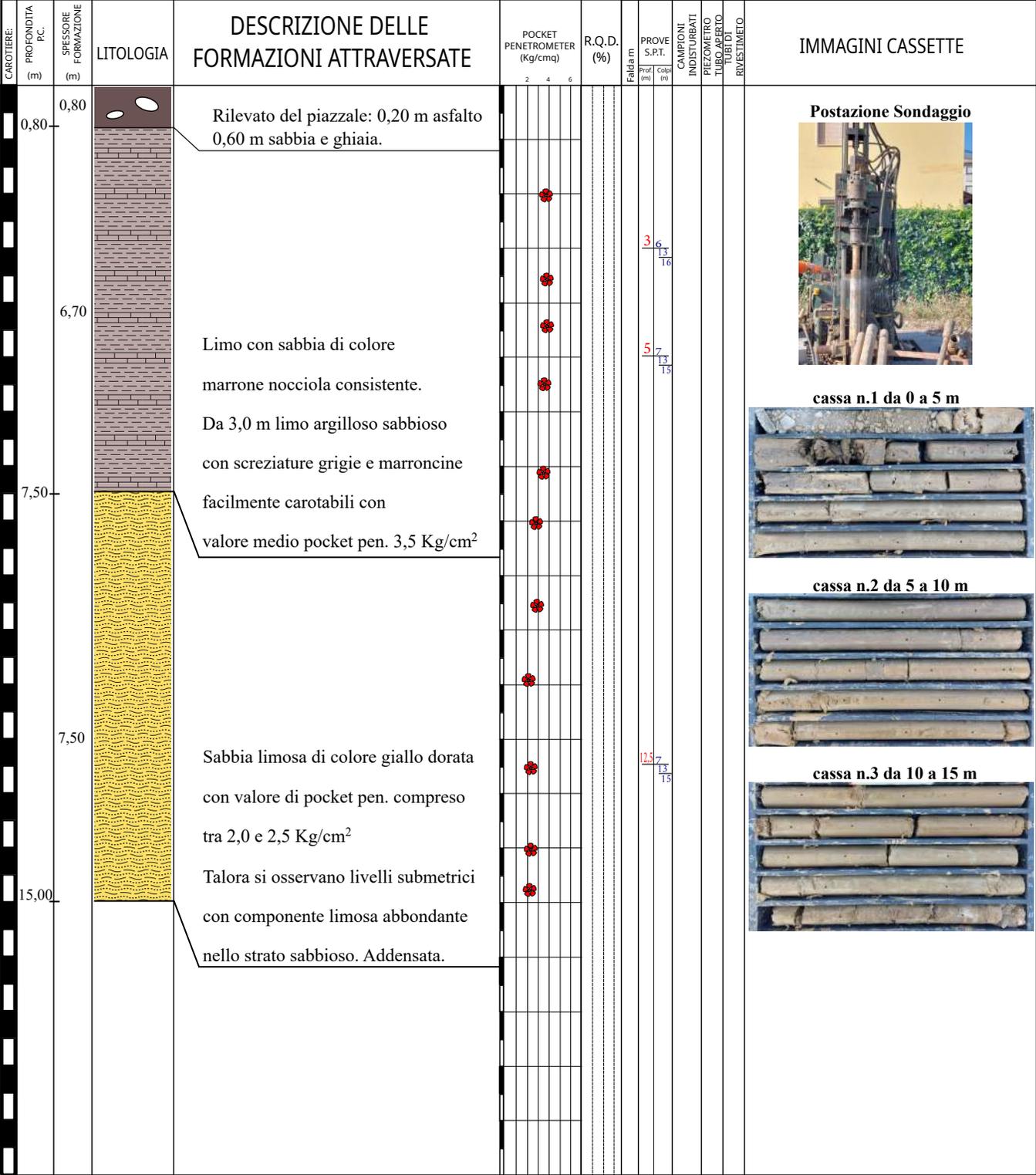




# SONDAGGI GEOGNOSTICI

## ALL. 6

 Dott. Luigi Di Totto Geologo	Committente: A.S.L. 2 Abruzzo	Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi
	CODICE SONDAGGIO: <b>S1</b>	Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)
Scala: 1:100	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale: 127 mm      Finale: 101 mm	DATA: inizio prova: 15/02/2023    fine prova: 15/02/2023 quota s.l.m.: 120 m      TAVOLA n°: 1 di 1



NOTE: Posizione lat.42,04281  
WGS 84 long.14,72184

ASL2 LANCIANO VASTO CHIETI Protocollo N. 22390/2023 del 03/03/2023

 Dott. Luigi Di Totto Geologo	Committente: A.S.L. 2 Abruzzo	Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi
	Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)	Unità: CMV 420 Ditta esecutrice: Tecnoil S.r.l. Operatori: Tecnoil S.r.l. GEOLOGO: Luigi Di Totto
CODICE SONDAGGIO: <b>S1</b>	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale: 127 mm      Finale: 101 mm	DATA: inizio prova: 15/02/2023    fine prova: 15/02/2023 quota s.l.m.: 120 m    TAVOLA n°: 1 di 1
Scala: 1:100		

### postazione sondaggio



cassa n.1 da 0-5 m



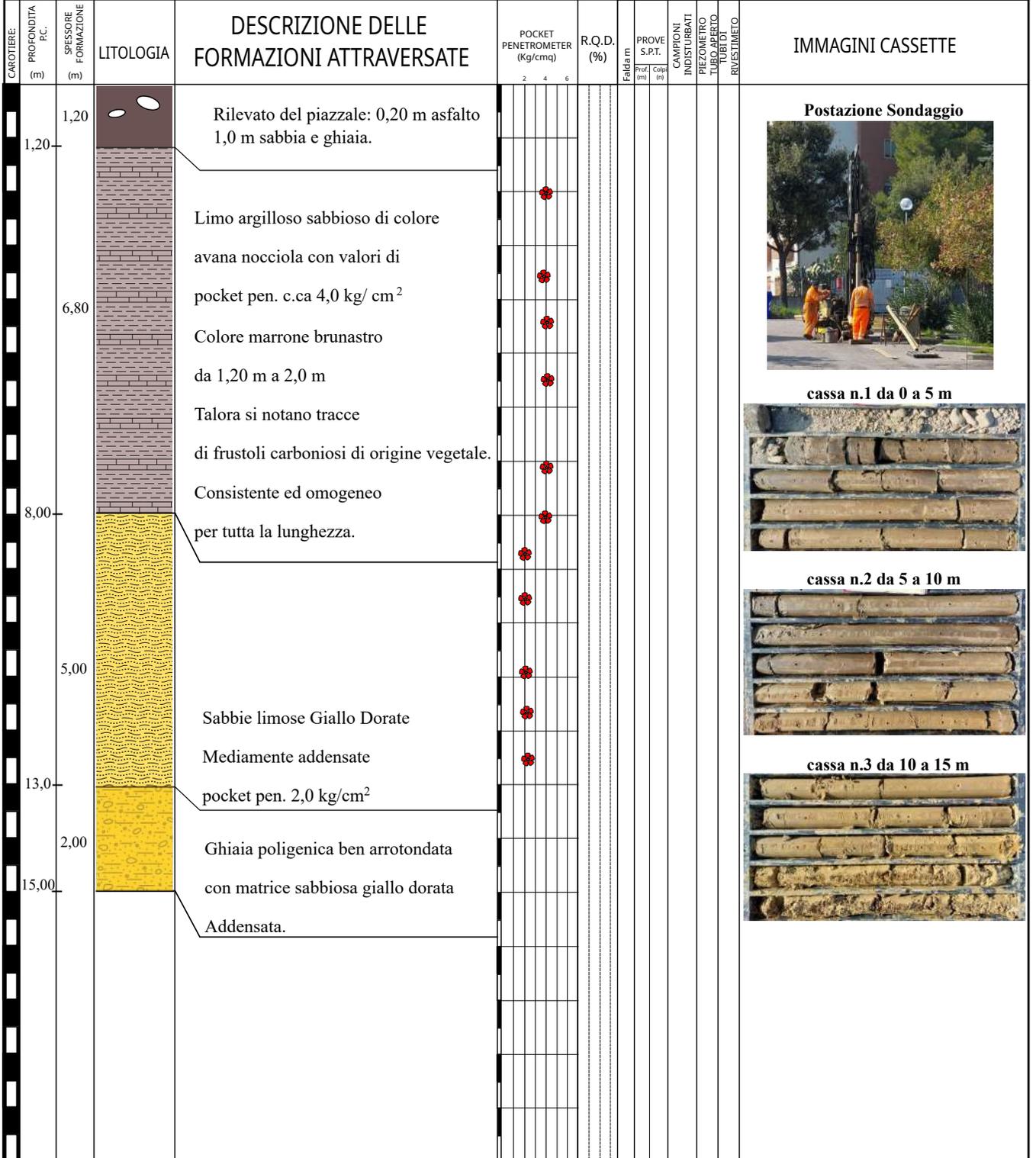
cassa n.2 da 5-10 m



cassa n.3 da 10-15 m

- 1 Rilevato del piazzale: 0,20 m asfalto  
0,60 m sabbia e ghiaia.
- 2 Limo con sabbia di colore  
marrone nocciola consistente.  
Da 3,0 m limo argilloso sabbioso  
con screziature grigie e marroncine  
facilmente carotabili con  
valore medio pocket pen. 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>
- 3 Sabbia limosa di colore giallo dorata  
con valore di pocket pen. compreso  
tra 2,0 e 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>  
Talora si osservano livelli submetrici  
con componente limosa abbondante  
nello strato sabbioso. Addensata.

 CODICE SONDAGGIO: <b>S2</b>	Committente: A.S.L. 2 Abruzzo	Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi
	Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)	Unità: CMV 420 Ditta esecutrice: TecnoSoil S.r.l. Operatori: TecnoSoil S.r.l. GEOLOGO: Luigi Di Totto
Scala: 1:100	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale:127 mm                      Finale: 101 mm	DATA: inizio prova: 15/02/2023    fine prova: 15/02/2023 quota s.l.m.: 122 m                      TAVOLA n°: 1 di 1



NOTE: Posizione lat.42,04251  
WGS 84 long.14,72185

ASL2 LANCIANO VASTO CHIETI Protocollo N. 22390/2023 del 03/03/2023

 Dott. Luigi Di Totto Geologo	Committente: A.S.L. 2 Abruzzo	Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi
	Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)	Unità: CMV 420 Ditta esecutrice: Tecnoil S.r.l. Operatori: Tecnoil S.r.l. GEOLOGO: Luigi Di Totto
CODICE SONDAGGIO: <b>S2</b>	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale: 127 mm                      Finale: 101 mm	DATA: inizio prova: 15/02/2023    fine prova: 15/02/2023 quota s.l.m.: 120 m    TAVOLA n°: 1 di 1
Scala: 1:100		

## postazione sondaggio



cassa n.1 da 0-5 m



cassa n.2 da 5-10 m



cassa n.3 da 10-15 m

- 1 Rilevato del piazzale: 0,20 m asfalto  
1,0 m sabbia e ghiaia.
- 2 Limo argilloso sabbioso di colore  
avana nocciola con valori di  
pocket pen. c.ca 4,0 kg/cm<sup>2</sup>  
  
Colore marrone brunoastro  
da 1,20 m a 2,0 m  
  
Talora si notano tracce  
di frustoli carboniosi di origine vegetale.  
  
Consistente ed omogeneo  
per tutta la lunghezza.
- 3 Sabbie limose Giallo Dorate  
  
Mediamente addensate  
  
pocket pen. 2,0 kg/cm<sup>2</sup>
- 4 Ghiaia poligenica ben arrotondata  
con matrice sabbiosa giallo dorata  
  
Addensata.

		Committente: A.S.L. 2 Abruzzo			Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi								
CODICE SONDAGGIO: <b>S3</b>		Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)			Unità: CMV 420 Ditta esecutrice: Tecno Soil S.r.l. Operatori: Tecno Soil S.r.l. GEOLOGO: Luigi Di Totto								
Scala: 1:100		Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale: 127 mm      Finale: 101 mm			DATA: inizio prova: 16/02/2023    fine prova: 16/02/2023 quota s.l.m.: 120 m    TAVOLA n°: 1 di 1								
CAROTIERE	PROFONDITÀ P.C. (m)	SPESORE FORMAZIONE (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	POCKET PENETROMETER (Kg/cm²)	R.Q.D. (%)	FALDA m	PROVE S.P.T. Prof. (m) Colpo (N)	CAMPIONI INDISTURBATI	PREZOMETRO	TUBI DI	RIVESTIMENTO	IMMAGINI CASSETTE
	1,00			Rilevato del piazzale: 0,20 m asfalto 1,0 m sabbia e ghiaia.									<b>Postazione Sondaggio</b> 
	5,30			Limo argilloso sabbioso di colore marrone brunastro fino a 1,4 m e nocciola fino a 2,70 m con valori di pocket pen. fra 2,5 a 3,0 kg/cm² in profondità il colore diventa più tenue con screziature grigie e carboniose scure con valore di pocket pen. 4.			2,74 8 9						<b>cassa n.1 da 0 a 5 m</b> 
	6,30			Consistente			6,67 17 17						<b>cassa n.2 da 5 a 10 m</b> 
	4,70			Sabbie limose Giallo Dorate Mediamente addensate				11,6 21 >30 rif.					<b>cassa n.3 da 10 a 15 m</b> 
	11,0			Consistente									
	4,00			Ghiaia poligenica ben arrotondata con matrice sabbiosa giallo dorata									
	15,00			Addensata.									
NOTE: Posizione lat.42,04251 WGS 84 long.14,72224													

 Dott. Luigi Di Tutto Geologo	Committente: A.S.L. 2 Abruzzo	Località: San Salvo (CH) Via Alcide De Gasperi
	Opera: Verifiche geologiche e relative prove fabbricato. Struttura San Salvo (CH)	Unità: CMV 420 Ditta esecutrice: Tecosoil S.r.l. Operatori: Tecosoil S.r.l. GEOLOGO: Luigi Di Tutto
CODICE SONDAGGIO: <b>S3</b>	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo - Campionatore tipo Maizer. Diametro del foro: Iniziale: 127 mm                      Finale: 101 mm	DATA: inizio prova: 16/02/2023    fine prova: 16/02/2023 quota s.l.m.: 120 m    TAVOLA n°: 1 di 1
Scala: 1:100		

## postazione sondaggio



cassa n.1 da 0-5 m



cassa n.2 da 5-10 m



cassa n.3 da 10-15 m

- 1 Rilevato del piazzale: 0,20 m asfalto  
1,0 m sabbia e ghiaia.
- 2 Limo argilloso sabbioso di colore  
marrone bruno fino a 1,4 m  
e nocciola fino a 2,70 m con valori di  
pocket pen. fra 2,5 a 3,0 kg/cm<sup>2</sup>  
in profondità il colore diventa più tenue  
con screziature grigie e carboniose  
scure con valore di pocket pen. 4.  
Consistente
- 3 Sabbie limose Giallo Dorate  
Mediamente addensate  
pocket pen. 2,0 kg/cm<sup>2</sup>
- 4 Ghiaia poligenica ben arrotondata  
con matrice sabbiosa giallo dorata  
Addensata.

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SPT

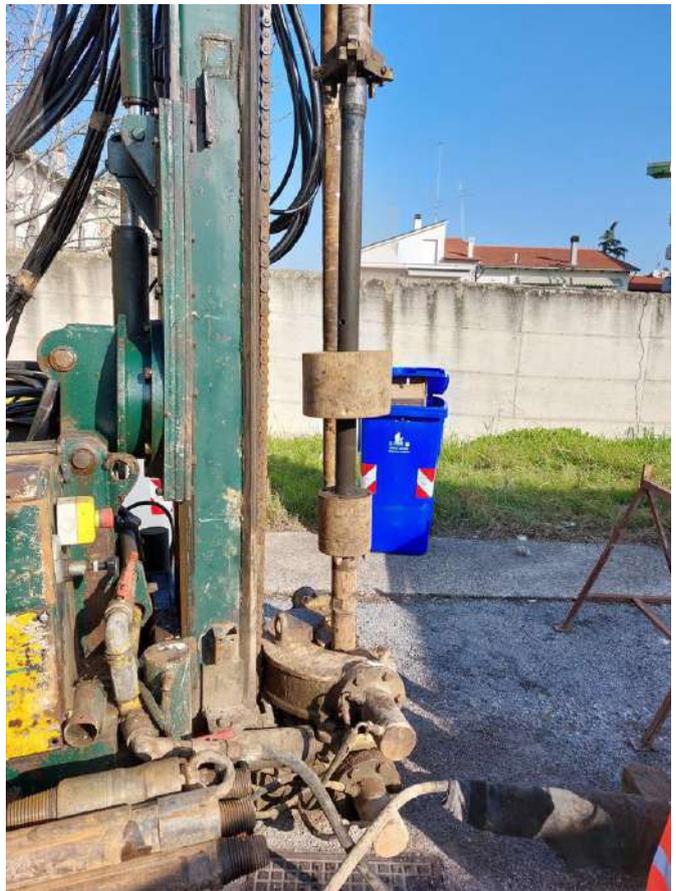
Committente: ASL2 Regione Abruzzo

Cantiere: San Salvo Via G. De Gasperi

## ALL. 7

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
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
Rivestimento/fanghi	No



OPERATORE



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

### **Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

### **penetrometri in uso in Italia**

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ),  
diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

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<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> 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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

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

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

## **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.

### **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 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

## 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

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

$N_{spt}$  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.  $< 5$  mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof.  $< 5$  mt. per terreni sopra falda e  $< 8$  mt. 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.  $< 4$  mt. sopra falda e  $< 7$  mt. 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  $< 38^\circ$ .

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  $< 38^\circ$ ).

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  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. 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.  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo  $< 5\%$  a profondità  $< 5$  mt. e con % di limo  $> 5\%$  a profondità  $< 3$  mt.

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
- Buismann-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 Gamma**

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

#### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### **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  $\tau$  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/sec)**

- 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 (Ko)**

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

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coesione 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 Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.  
Terzaghi-Peck (1948). *Cu 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 Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità ,

(Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (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 ( $M_o$ )**

- 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 - $M_o$  (Eed) (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 Gamma**

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

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA ...N.1 S1**

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,15	6
3,30	13
3,45	16

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N.1\_S1**

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	29	3,45	29	Gibbs & Holtz 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	29	3,45	29	Meyerhof (1965)	39,45

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	29	3,45	29	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	29	3,45	29	Meyerhof ed altri	20,89

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	29	3,45	29	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	29	3,45	29	Navfac 1971-1982	5,47

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	29	3,45	29	Robertson 1983	5,69

## PROVA ... Nr.2 S1

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,15	7
5,30	13
5,45	15

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2\_S1

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	28	5,45	Schmertmann 1975	272,82

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	28	5,45	Robertson (1983)	5,49

##### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	28	5,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	28	5,45	Meyerhof ed altri	20,99

##### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	28	5,45	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	22,65

**PROVA ... Nr.3 S1**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
12,65	8
12,80	11
12,95	16

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3\_S1****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	27	12,95	27	Gibbs & Holtz 1957	0

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	27	12,95	27	Meyerhof (1965)	29,47

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	27	12,95	27	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	27	12,95	27	Meyerhof ed altri	12,75

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	27	12,95	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	27	12,95	27	Navfac 1971-1982	-0,23

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	27	12,95	27	Robertson 1983	---

### PROVA ... Nr.1 S3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,85	4
3,00	8
3,15	9

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1\_S3

##### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	17	3,15	Schmertmann 1975	164,65

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	17	3,15	Robertson (1983)	3,33

##### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	17	3,15	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	17	3,15	Meyerhof ed altri	20,40

##### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	17	3,15	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

**PROVA ... Nr.2 S3**

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
6,75	7
6,90	12
7,05	17

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2 in S3**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	29	7,05	Schmertmann 1975	282,63

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	29	7,05	Robertson (1983)	5,69

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	29	7,05	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	29	7,05	Meyerhof ed altri	21,08

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	29	7,05	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	22,95

### PROVA ... Nr.3 in S3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
16/02/2023

Profondità (m)	Nr. Colpi
11,15	6
11,30	21
11,45	28

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3 in S3

##### TERRENI INCOERENTI

###### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	49	11,45	49	Gibbs & Holtz 1957	100

###### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	49	11,45	49	Meyerhof (1965)	42,41

###### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	49	11,45	49	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

###### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	49	11,45	49	Meyerhof ed altri	21,87

###### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	49	11,45	49	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

###### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	49	11,45	49	Navfac 1971-1982	8,04

###### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	49	11,45	49	Robertson 1983	9,61



# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH ALL. 8

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ASL 02 Lanciano Vasto Chieti - REGIONE ABRUZZO  
Cantiere: Via A. De Gasperi  
Località: San Salvo (CH)

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

OPERATORE



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

### **Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

### **penetrometri in uso in Italia**

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ),  
 diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

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<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> 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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

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

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

## **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico.

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.

### **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 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

## 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

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

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

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 Gamma**

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

### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

### **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  $\tau$  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/sec)**

- 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**

### **Coesione 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 Nspt <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 Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cm $^2$ ) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cm $^2$ ) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cm $^2$ ), 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 ( $M_o$ )**

- 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 - $M_o$  (Eed) (Kg/cm $^2$ )-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- 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 Gamma**

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

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
Prova eseguita in data 14/02/2023  
Profondità prova 9,20 mt  
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	5	0,855	4,07	4,76	203,61	238,25
0,40	17	0,801	12,97	16,20	648,66	810,04
0,60	15	0,797	11,39	14,29	569,66	714,74
0,80	13	0,793	9,83	12,39	491,43	619,45
1,00	16	0,790	11,14	14,11	557,00	705,28
1,20	8	0,836	5,90	7,05	294,90	352,64
1,40	3	0,833	2,20	2,64	110,14	132,24
1,60	2	0,830	1,46	1,76	73,13	88,16
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	3	0,823	2,03	2,46	101,27	123,02
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	3	0,817	2,01	2,46	100,53	123,02
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	4	0,811	2,66	3,28	133,10	164,03
3,00	4	0,809	2,48	3,07	124,01	153,35
3,20	7	0,806	4,33	5,37	216,30	268,36
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	6	0,801	3,68	4,60	184,22	230,02
3,80	4	0,798	2,45	3,07	122,43	153,35
4,00	6	0,796	3,44	4,32	171,90	215,95
4,20	5	0,794	2,86	3,60	142,83	179,96
4,40	5	0,791	2,85	3,60	142,43	179,96
4,60	5	0,789	2,84	3,60	142,03	179,96
4,80	5	0,787	2,83	3,60	141,65	179,96
5,00	6	0,785	3,20	4,07	159,75	203,50
5,20	6	0,783	3,19	4,07	159,34	203,50
5,40	6	0,781	3,18	4,07	158,94	203,50
5,60	6	0,779	3,17	4,07	158,56	203,50
5,80	5	0,777	2,64	3,39	131,82	169,59
6,00	7	0,775	3,48	4,49	174,08	224,48
6,20	6	0,774	2,98	3,85	148,87	192,41
6,40	11	0,772	5,45	7,06	272,33	352,76
6,60	12	0,770	5,93	7,70	296,45	384,82
6,80	10	0,769	4,93	6,41	246,53	320,69
7,00	6	0,767	2,80	3,65	139,98	182,47
7,20	6	0,766	2,79	3,65	139,71	182,47
7,40	6	0,764	2,79	3,65	139,43	182,47
7,60	5	0,763	2,32	3,04	115,97	152,06
7,80	9	0,761	4,17	5,47	208,37	273,70
8,00	8	0,760	3,52	4,63	175,79	231,34
8,20	7	0,759	3,07	4,05	153,55	202,42
8,40	9	0,757	3,94	5,21	197,08	260,25
8,60	8	0,756	3,50	4,63	174,88	231,34
8,80	8	0,755	3,49	4,63	174,59	231,34
9,00	7	0,753	2,91	3,86	145,38	192,94
9,20	8	0,752	3,32	4,41	165,88	220,50



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	18,54	1,20	Schmertmann 1975	179,76
Strato 2	8,24	7,40	Schmertmann 1975	79,14
Strato 3	11,54	9,20	Schmertmann 1975	111,31

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	18,54	1,20	Robertson (1983)	3,64
Strato 2	8,24	7,40	Robertson (1983)	1,62
Strato 3	11,54	9,20	Robertson (1983)	2,26

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	18,54	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 2	8,24	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 3	11,54	9,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	18,54	1,20	Meyerhof ed altri	20,50
Strato 2	8,24	7,40	Meyerhof ed altri	18,73
Strato 3	11,54	9,20	Meyerhof ed altri	19,71

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	18,54	1,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	8,24	7,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 3	11,54	9,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Gibbs & Holtz 1957	99,96

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Meyerhof (1965)	36,62

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Meyerhof ed altri	19,22

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Navfac 1971-1982	3,79

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	18,54	1,20	18,54	Robertson 1983	3,64

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
Prova eseguita in data 14/02/2023  
Profondità prova 10,80 mt  
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	0	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,80	0	0,843	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	3	0,840	2,22	2,64	111,05	132,24
1,20	2	0,836	1,47	1,76	73,73	88,16
1,40	3	0,833	2,20	2,64	110,14	132,24
1,60	2	0,830	1,46	1,76	73,13	88,16
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	3	0,823	2,03	2,46	101,27	123,02
2,20	3	0,820	2,02	2,46	100,90	123,02
2,40	4	0,817	2,68	3,28	134,04	164,03
2,60	4	0,814	2,67	3,28	133,56	164,03
2,80	5	0,811	3,33	4,10	166,37	205,04
3,00	4	0,809	2,48	3,07	124,01	153,35
3,20	5	0,806	3,09	3,83	154,50	191,68
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	5	0,801	3,07	3,83	153,51	191,68
3,80	5	0,798	3,06	3,83	153,04	191,68
4,00	5	0,796	2,87	3,60	143,25	179,96
4,20	5	0,794	2,86	3,60	142,83	179,96
4,40	6	0,791	3,42	4,32	170,91	215,95
4,60	6	0,789	3,41	4,32	170,44	215,95
4,80	7	0,787	3,97	5,04	198,30	251,94
5,00	6	0,785	3,20	4,07	159,75	203,50
5,20	6	0,783	3,19	4,07	159,34	203,50
5,40	7	0,781	3,71	4,75	185,44	237,42
5,60	6	0,779	3,17	4,07	158,56	203,50
5,80	7	0,777	3,69	4,75	184,54	237,42
6,00	5	0,775	2,49	3,21	124,34	160,34
6,20	5	0,774	2,48	3,21	124,06	160,34
6,40	6	0,772	2,97	3,85	148,55	192,41
6,60	7	0,770	3,46	4,49	172,93	224,48
6,80	6	0,769	2,96	3,85	147,92	192,41
7,00	6	0,767	2,80	3,65	139,98	182,47
7,20	6	0,766	2,79	3,65	139,71	182,47
7,40	7	0,764	3,25	4,26	162,67	212,88
7,60	6	0,763	2,78	3,65	139,17	182,47
7,80	6	0,761	2,78	3,65	138,91	182,47
8,00	8	0,760	3,52	4,63	175,79	231,34
8,20	11	0,759	4,83	6,36	241,29	318,09
8,40	9	0,757	3,94	5,21	197,08	260,25
8,60	8	0,756	3,50	4,63	174,88	231,34
8,80	8	0,755	3,49	4,63	174,59	231,34

9,00	6	0,753	2,49	3,31	124,61	165,37
9,20	6	0,752	2,49	3,31	124,41	165,37
9,40	5	0,751	2,07	2,76	103,51	137,81
9,60	5	0,750	2,07	2,76	103,35	137,81
9,80	6	0,749	2,48	3,31	123,84	165,37
10,00	5	0,748	1,97	2,63	98,43	131,65
10,20	5	0,747	1,97	2,63	98,29	131,65
10,40	5	0,746	1,96	2,63	98,14	131,65
10,60	6	0,744	2,35	3,16	117,60	157,97
10,80	5	0,743	1,96	2,63	97,86	131,65



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI COESIVI Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0	0,80	Schmertmann 1975	---
Strato 2	7,61	7,80	Schmertmann 1975	72,96
Strato 3	9,82	10,80	Schmertmann 1975	94,54

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	0	0,80	Robertson (1983)	---
Strato 2	7,61	7,80	Robertson (1983)	1,49
Strato 3	9,82	10,80	Robertson (1983)	1,93

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	0	0,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	7,61	7,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 3	9,82	10,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0	0,80	Meyerhof ed altri	13,63
Strato 2	7,61	7,80	Meyerhof ed altri	18,44
Strato 3	9,82	10,80	Meyerhof ed altri	19,22

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0	0,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	17,95
Strato 2	7,61	7,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,63
Strato 3	9,82	10,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	19,80

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Gibbs & Holtz 1957	41,95

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Meyerhof (1965)	33,6

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Meyerhof ed altri	16,87

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Navfac 1971-1982	2,06

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

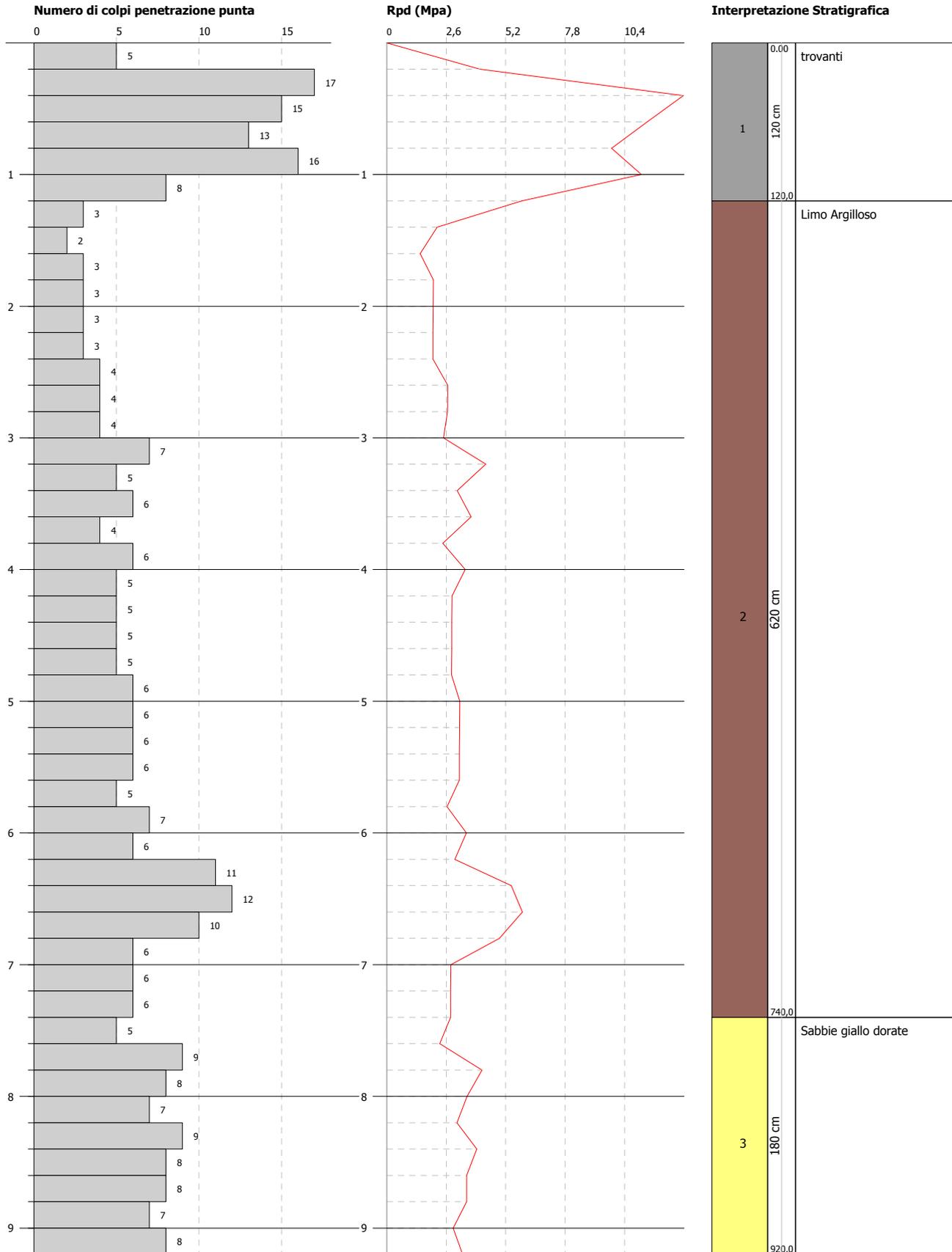
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 3	9,82	10,80	9,82	Robertson 1983	1,93

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : ASL 02 Lanciano Vasto Chieti - Regione Abruzzo  
 Cantiere : Sana Salvo  
 Località : Via A. De Gasperi

Data :14/02/2023

Scala 1:42



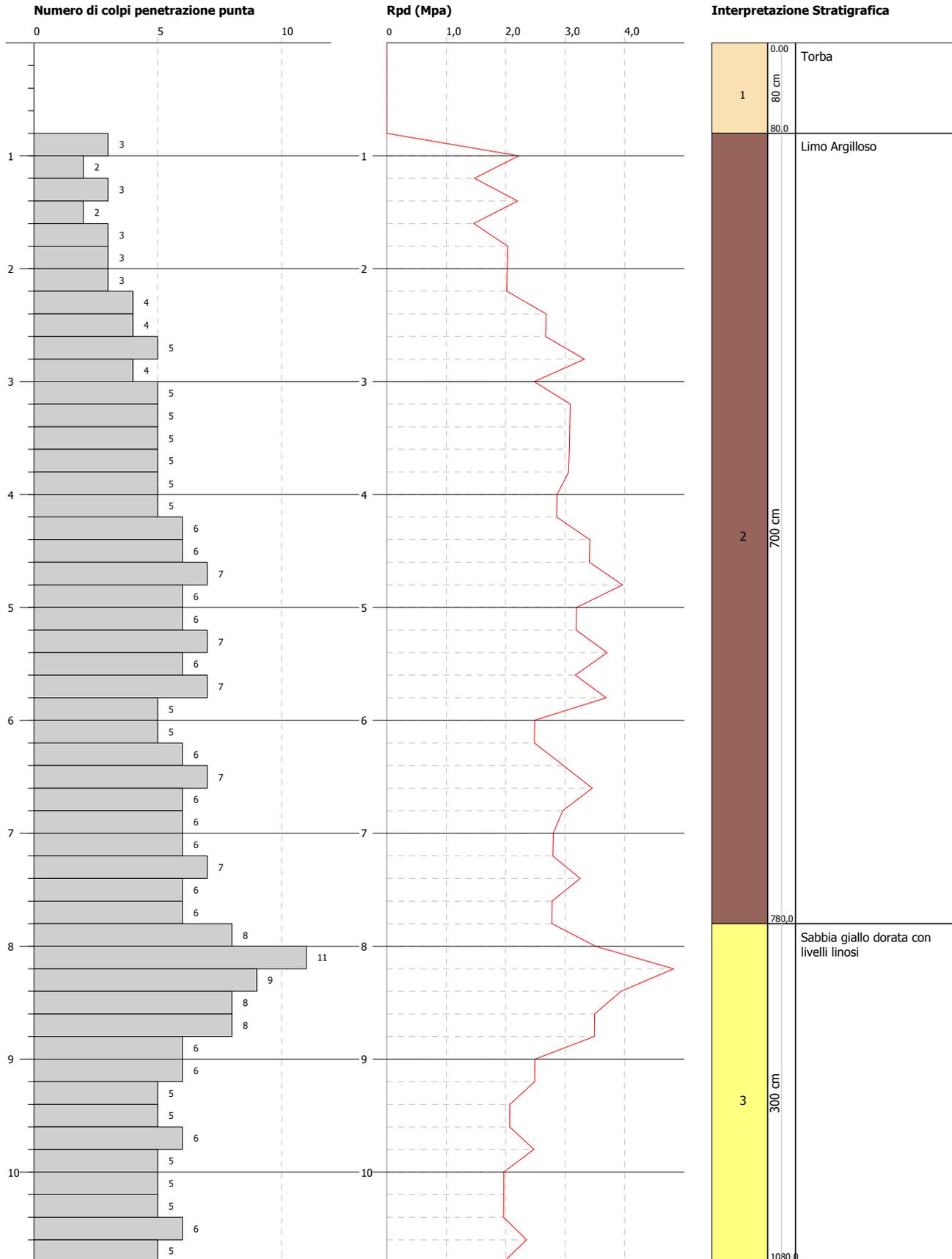
ASL2 LANCIANO VASTO CHIETI Protocollo N. 22390/2023 del 03/03/2023

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : ASL 02 Lanciano Vasto Chieti - Regione Abruzzo  
 Cantiere : Sana Salvo  
 Località : Via A. De Gasperi

Data : 14/02/2023

Scala 1:49



ASL2 LANCIANO VASTO CHIETI Protocollo N. 22390/2023 del 03/03/2023



# INDAGINE MASW ALL. 9

## Dati Generali

Comune: San Salvo (CH) – Viale De Gasperi

Data: 15 Febbraio 2023

Commitente: Asl 2 Regione Abruzzo

## Dati stendimento

N° Shot: 2

Strumentazione utilizzata: Sismografo Sismatrack 24 bit della M.A.E. srl, 24 geofoni verticali da 4,5 Hz

N° canali acquisiti: 24

Frequenza di campionamento: 1.000 campioni/sec

Durata acquisizione: 2,048 sec

Lunghezza stendimento: 46 m

Interdistanza geofoni: 2,0m

Distanza Shot: 5 m (dal geofono n°1)

**Sismografo Sismatrack M.A.E. srl**



Sismografo 24 bit per prospezione sismica con metodologia di indagine a rifrazione, riflessione, MASW attiva e passiva (Re.Mi.), SASW, Downhole, Cross-hole. L'unità è dotata di scheda di acquisizione con risoluzione di 24 bit ed è disponibile in versione 12 canali espandibile a 24. Sul pannello frontale trovano posto i due

connettori 24 poli per icavi sismici da 12 canali ciascuno, il connettore per lo starter, la presa di ricarica 12V e l'interfaccia USB per collegare il notebook o PC necessario alla gestione della strumentazione (opz.). Tramite il software di gestione, da installare su un qualunque PC o notebook collegato all'unità di acquisizione, è possibile effettuare l'impostazione di tutti i parametri relativi al tipo di sondaggio sismico che si intende realizzare con la massima semplicità e rapidità.

## SPECIFICHE TECNICHE

### GENERALI

- Alimentazione: tramite batteria 12V 7Ah integrata
- Autonomia media: 21 ore, 12 ore (24 canali)
- Assorbimento medio: 300mA, 500mA (24 canali)
- Contenitore: Valigia in copolimero di polipropilene, valvola di equalizzazione automatica della pressione, IP67
- Condizioni ambientali: -20/80 °C
- Dimensioni: 33.9x39.5x15.2cm
- Peso: 6Kg
- Codice HS: 90158011
- Lingua documentazione: Italiano, Inglese

### SISMICA

- Numero canali: 12, espandibile a 24 (tramite pacchetto espansione)
- Convertitori: risoluzione 24 bit, tecnologia sigma-delta
- Range dinamico: 144 dB (teorico)
- Distorsione massima: +/-0.0010%
- Banda passante: 2Hz-30KHz
- Common mode rejection: 110 dB a 60 Hz
- Diafonia: -120dB a 20 Hz
- Soglia di rumore dell'amplificatore programmabile: 27nV
- Precisione del trigger: 1/30 del tempo di campionatura
- Range massimo segnale in ingresso: +/-5V
- Impedenza di ingresso a 1000 campioni /secondo: 20Mohm
- Livelli di amplificazione: 0 dB, 6 dB, 12 dB, 18 dB, 24 dB, 30 dB, 36 dB impostabili singolarmente per ogni canale o per gruppi di canali liberamente organizzabili
- Filtro anti-alias: -3dB, 80% della frequenza di Nyquist, -80dB
- Tempo pre-trigger: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500ms
- Intervalli di campionamento: 1/30, 1/15, 1/7.5, 1/3.75, 0.5, 1.0, 2.0, 10.0, 20.0 ms; 8.0, 4.0, 2.0 ms in registrazione continua
- Numero di campioni per evento: impostabile da 1024 a 21800 con incrementi di 512
- Interfacce disponibili: USB (richiede un PC di controllo)
- Canali: configurazioni da 12, 24. Possibilità di utilizzare da 1 al numero massimo di canali installati per ogni acquisizione.

- Modalità di acquisizione: con trigger esterno su tutti i canali e a tempo su max 12 canali.
- Auto-calibrazione interna dei convertitori prima di ogni acquisizione.
- Filtri digitali: selezionati automaticamente in base alla frequenza di campionatura
- Test geofoni: verifica automatica per individuare interruzioni dei cavi oppure geofoni rotti o in corto.
- Visualizzazione in tempo reale dei segnali provenienti dai geofoni
- Archiviazione dati: nelle memorie di massa del PC di controllo
- Trigger: positivo, negativo (opzionale a chiusura di contatto) con soglia regolabile

### Metodologia Masw

La tecnica MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) è una metodologia recente che stabilisce il profilo di rigidità e velocità sismiche in maniera indiretta, tramite la misura in sito della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh ( $V_r$ ) in modo da ottenere una curva di dispersione (curva f-k).

L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo.

Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

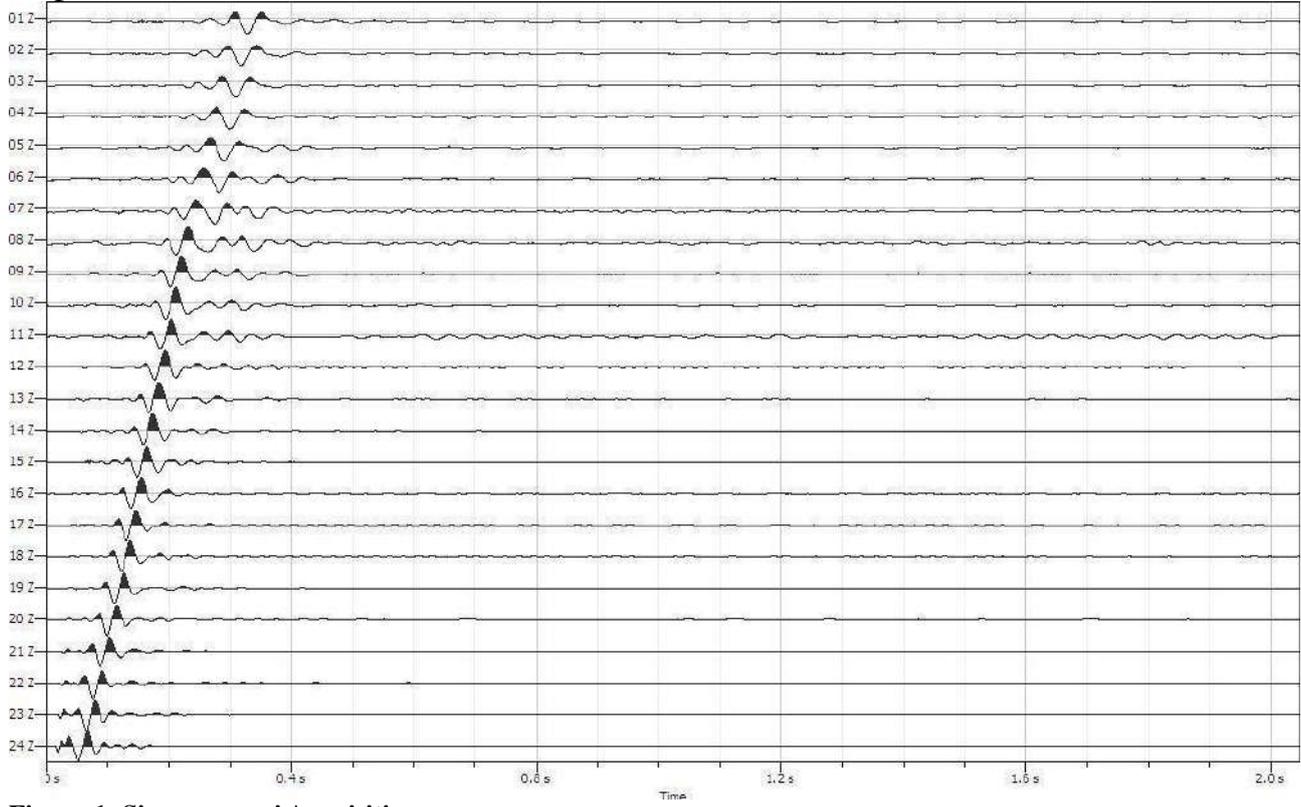


Figura 1- Sismogrammi Acquisiti

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

#### *Interpretazione dei dati*

L'interpretazione delle tecniche di rilievo sismico MASW trae spunto dai lavori di Nazarian e Stokoe (1984-94), che per primi hanno presentato il metodo SASW. Tale metodo utilizzava una sorgente d'impulso e 2 soli sismometri di rilevazione (1 Hz). La tecnica SASW, come d'altronde la MASW, è basata sul fatto che, prendendo in considerazione il segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione, la quasi totalità dell'energia (circa 2/3 o più) si propaga tramite onde superficiali (onde di Rayleigh).

*Park et al.* (1999) hanno studiato e sviluppato il metodo MASW per sopperire alle difficoltà d'applicazione della tecnica SAWS in diverse situazioni. La differenza principale è l'utilizzo simultaneo di 24 (o più) geofoni (sismometri polarizzati verticalmente - frequenza max 4,5 Hz) per consentire di ricavare numerosi profili di velocità  $V_s$ , desunti dallo studio delle velocità di fase, dei numerosi treni d'onda di Rayleigh che sono registrati ai sismometri. I geofoni possono essere spazati da 0,5 sino ad un massimo di circa 8-10 m e forniscono una ridondanza statistica delle misure delle velocità di fase, avvalorandone quindi la veridicità (rispetto al metodo SAWS che si basava su di un'unica misura). Le tracce dei sismogrammi, salvate nel dominio temporale, permettono di distinguere ed evidenziare (nel record di registrazione) le onde di Rayleigh, caratterizzate da elevata ampiezza di segnale.

Dal sismogramma è possibile risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione

$$VR(f)=f/k,$$

dove  $f$  = frequenza e  $k$  = numero d'onda.

Il processo di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame è eseguito tramite software.

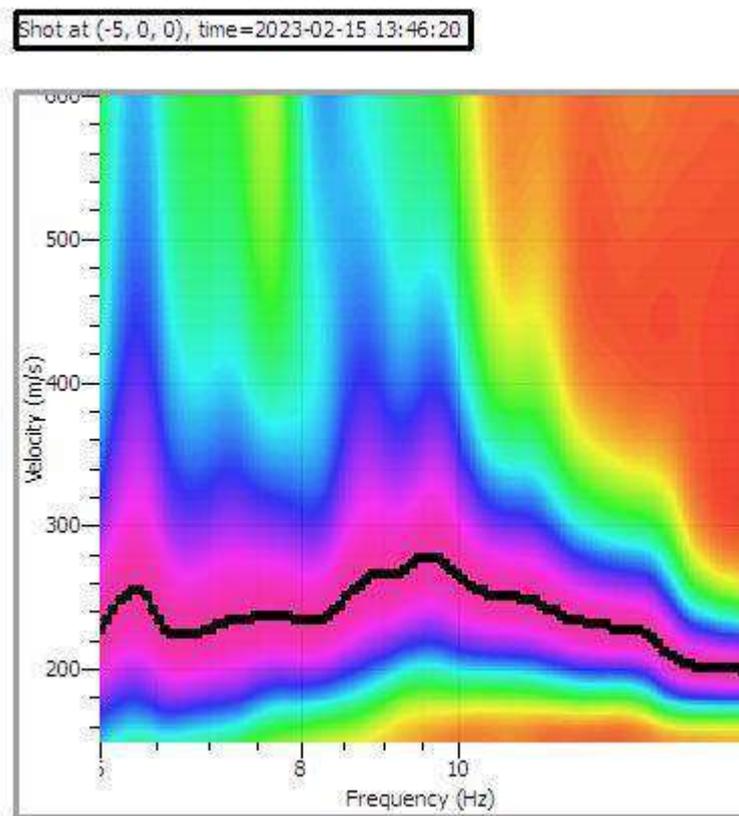


Figura 2- Curva di dispersione individuata

La successiva fase di elaborazione-interpretazione è condotta eseguendo una “analisi spettrale”, e consiste sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici ciò si ottiene confrontando i dati sperimentali, con curve teoriche di modelli geofisici noti.

Utilizzando opportuni software viene ricercato il modello geologico che più approssima la curva sperimentale ottenuta.

Dopo aver individuato il modello geofisico del terreno indagato è possibile stabilire il profilo di velocità sismiche ( $V_p$ ,  $V_s$ ) in modo tale da calcolare l'azione sismica di sito ( $V_{s30}$ ).

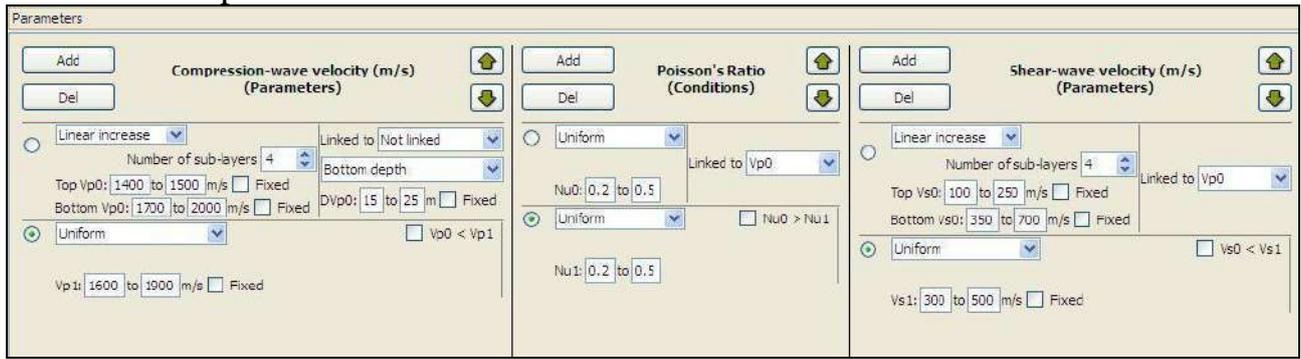
Dalle informazioni geologiche e geofisiche note da bibliografia, dal rilevamento di superficie è stato impostato un modello geologico del sito.

Il modello geologico preso in esame è un modello a 2 strati:

- Strato 1: Sabbie e ghiaie sciolte o poco addensate
- Strato 2: Argille Grigio-Azzurre

Nella tabella di seguito vengono riportati gli intervalli di valori di densità e velocità sismiche utilizzate nel modello geologico e geofisico del sito oggetto di

studio, il primo strato di sabbie è stato suddiviso in 4 strati con velocità crescente al crescere della profondità.



A seguito della fase di inversione sono state generate 12000 curve teoriche e messe a confronto con la curva sperimentale ottenuta ed è stata scelta la curva che più si avvicina alla curva sperimentale ottenuta, ovvero con indice di misfit minore.

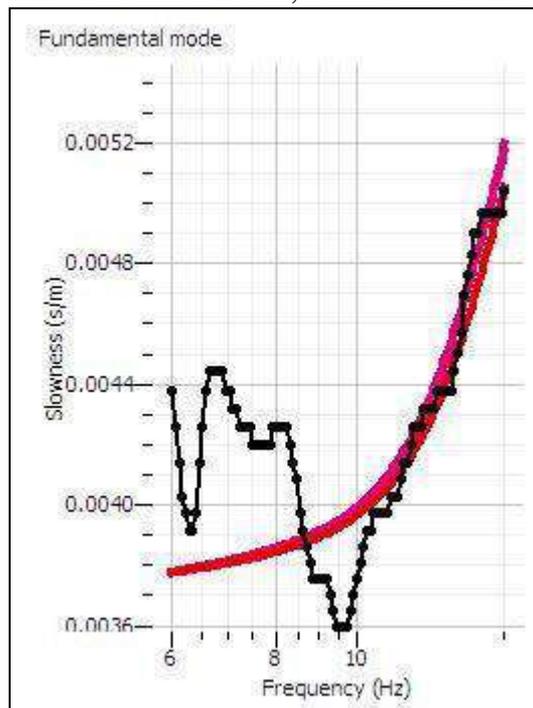


Figura 3- Confronto tra la curva sperimentale (nero) e la la curva teorica (rosso)

Il profilo di velocità con misfit minore presenta le seguenti caratteristiche:

Descrizione	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	Profondità Base strato(m)	Spessore (m)
Sabbie e ghiaie	1480	165	3,8	3,8
Sabbie e ghiaie(2)	1614	220	7,6	3,8
Sabbie e ghiaie(3)	1737	274	11,3	3,7
Sabbie e ghiaie(4)	1870	326	15,3	4,0
Argille	1819	300	30	14,7

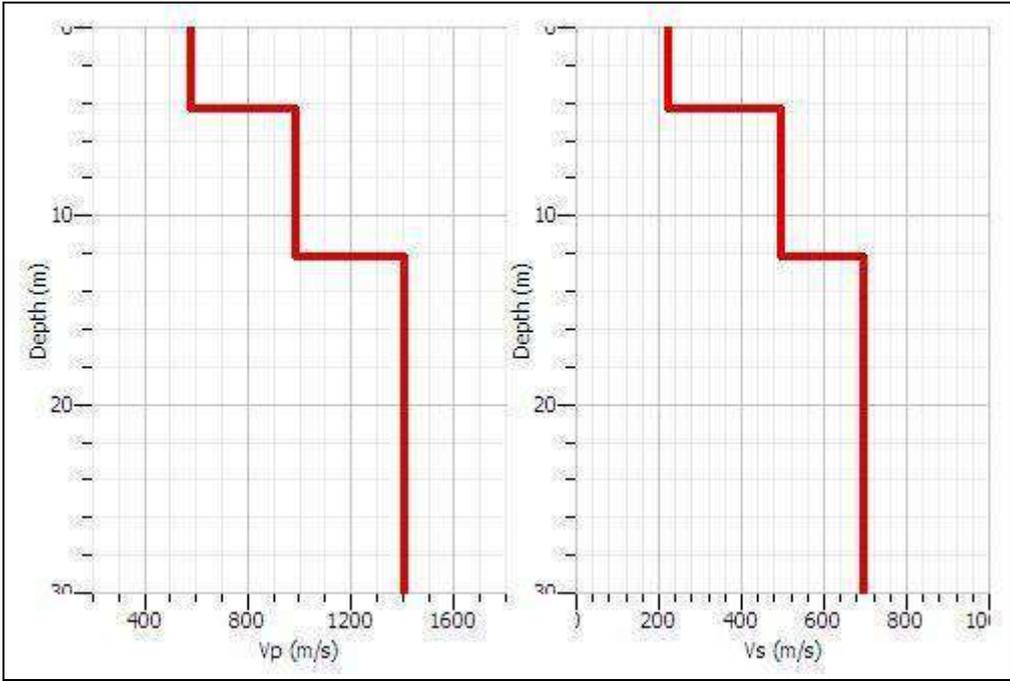


Figura 4- Profili di velocità

Da questo profilo considerando costanti le Vs del secondo strato fino alla profondità di 30m, è stato calcolato il  $V_{Seq}$ .

Secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM del 17 Gennaio 2018, entrate in vigore 22 Marzo 2018 i suoli sono divisi nelle seguenti categorie:

- **Categoria A**  
*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- **Categoria 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.*
- **Categoria C**  
*Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- **Categoria D**  
*Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m,*

caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

• **Categoria E**

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato). Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30 , ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Da questo profilo considerando costanti le Vs del secondo strato fino alla profondità di 30m, è stato calcolato il VSeq .

**Dai dati ottenuti si è calcolato un VSeq pari a 257 m/s velocità compresa nella categoria di suolo di tipo "C"**

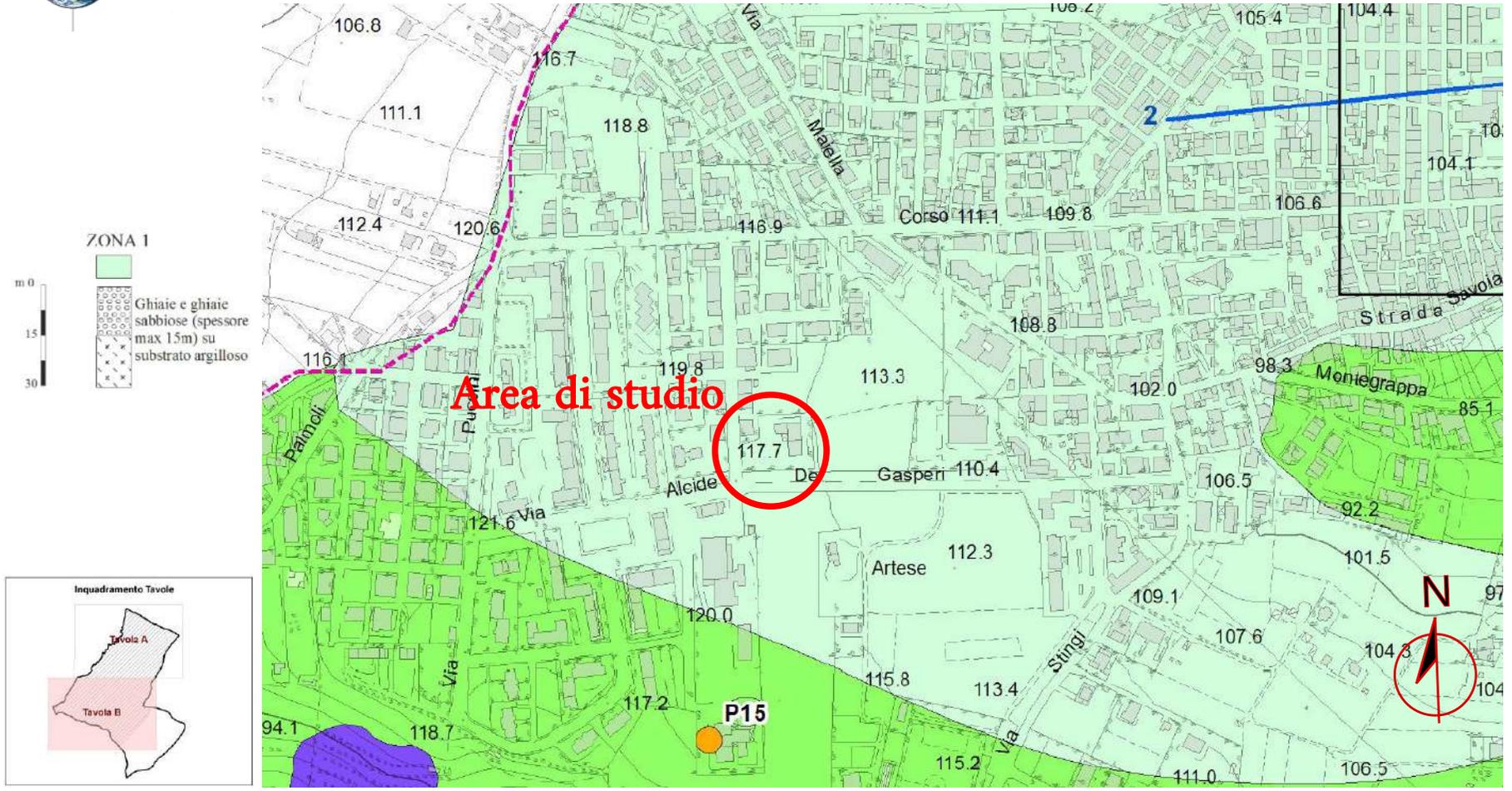
**Considerazioni sulle tecniche sull' inversione**

- Le tecniche d'inversione possono fornire soluzioni non univoche, e per ovviare a questa possibilità occorre eseguire tarature con dati reali del sito (prove cpt, stratigrafie ecc), utilizzando anche parametri che esprimano la "rigidezza" degli strati individuati (es. coeff. Poisson), per indirizzare l'inversione verso un modello il più possibile vicino a quello reale.
- La funzione obiettivo (il misfit tra dato osservato e dato calcolato) è prossima a zero solo in caso ideale, ossia in assenza di rumore; per questo motivo il sismogramma può essere trattato o filtrato per ridurre al minimo od eliminare eventuali rumori o disturbi esterni, che non sono legati in alcun modo all'onda sismica analizzata.

- È fuorviante attribuire una percentuale di errore alterando le velocità sismiche ricavate dai processi di inversione sopra esposti (esempio attribuendo un errore globale del  $\pm 10\%$ , quindi alterando ad es. le velocità sismiche ottenute moltiplicando per 0,9 le  $V_s$  dei singoli strati), poichè in tal modo si vanificherebbe l'elaborazione MASW, che è stata messa a punto secondo principi codificati e consolidati. Infatti, ipotizzando che esista un modello  $V_s$ /profondità analogo a quello definito con l'interpretazione corretta della prova MASW, ma con velocità alterate (cioè diminuite/aumentate del 10%) si otterrebbe un match fra curva sperimentale e teorica completamente non attendibile.



# Stralcio carta delle MOPS della microzonazione sismica livello 1



Zona stabile suscettibile di amplificazione locale Zona 1 **ALL.10**

# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA



## Area di studio

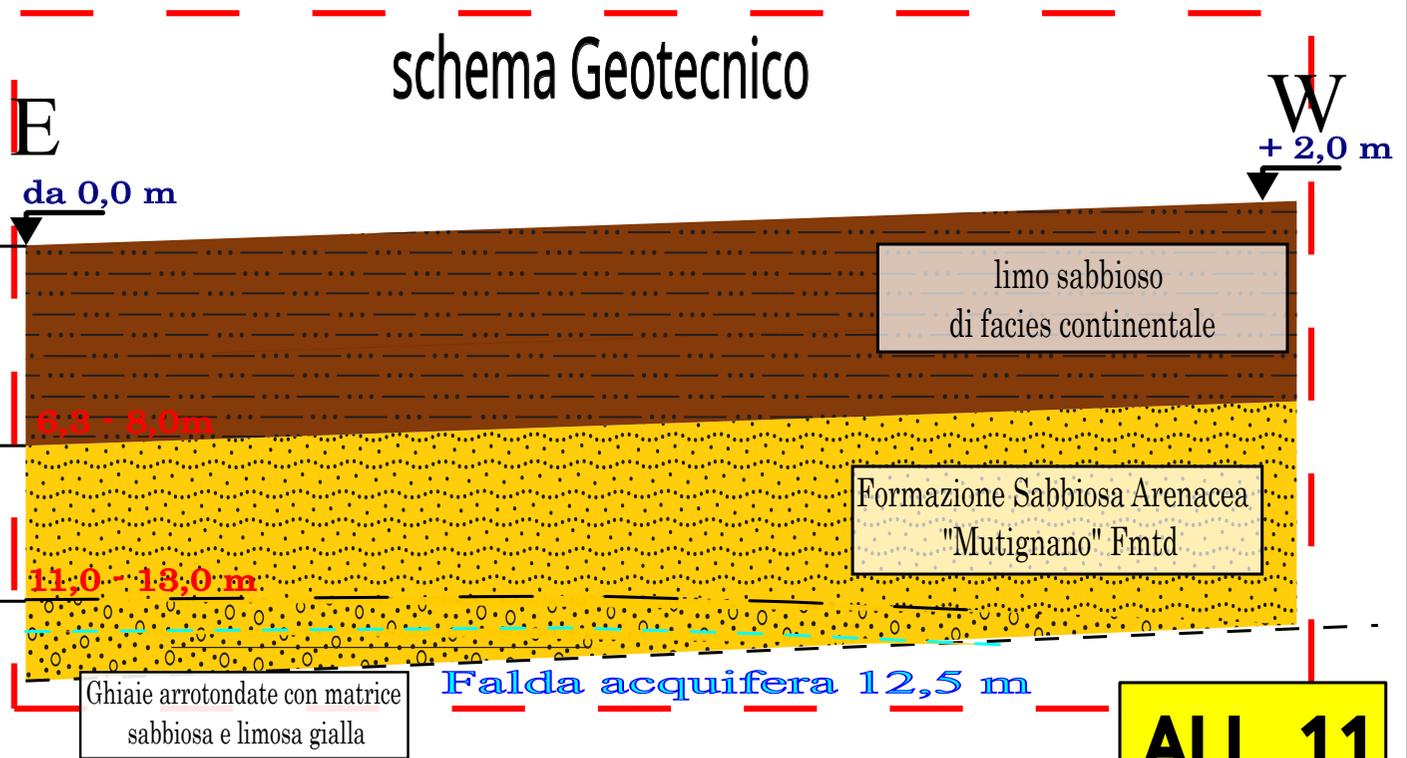
### schema Geotecnico

Parametri medi

$\gamma' = 18,50 \div 19,5 \text{ KN/m}^3$   
 $\gamma_s = 19,5 \div 20,5 \text{ KN/m}^3$   
 $\phi' = 18^\circ \div 20^\circ$   
 $C_u = 0,2 \text{ Kg/cm}^2$   
 $E = 150 \div 200 \text{ Kg/cm}^2$

$\gamma' = 19,0 \div 19,5 \text{ KN/m}^3$   
 $\gamma_s = 19,5 \div 20,0 \text{ KN/m}^3$   
 $\phi' = 20^\circ \div 30^\circ$   
 $E = 200 \div 250 \text{ Kg/cm}^2$

$\gamma' = 19,0 \div 19,5 \text{ KN/m}^3$   
 $\gamma_s = 19,5 \div 20,0 \text{ KN/m}^3$   
 $\phi' = 25^\circ \div 34^\circ$   
 $E = 500 \div 1500 \text{ Kg/cm}^2$



**ALL. 11**

(Rif: 2023/11438 PROT) PNRR MISSION 6 COMPONENT 1 - REALIZZAZIONE DI UNA CASA DELLA COMUNITÀ NELLA STRUTTURA SANITARIA DI SAN SALVO - INCARICO PER REDAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA - INCARICO. C.I.G. N. Z70399169B.

Con la presente il Sottoscritto Dott. Geol. Luigi Di Totto, in qualità di Geologo Incaricato per il presente lavoro consegna la Relazione in Oggetto

Distinti Saluti

Geologo Luigi Di Totto

Il 2023-02-01 13:16 Per conto di: dip.tecnico@pec.asl2abruzzo.it ha scritto:

> Con la presente si inoltra la nota in oggetto.

> Cordiali saluti