

Localizzazione:

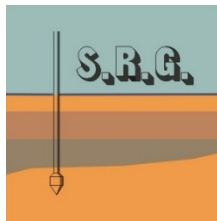
REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI SAN BENIGNO C.SE

Committente:

ARCHITRAVE Srl

Oggetto:

**P.E.C. R2.40
COSTRUZIONE N. 5 FABBRICATI
DI CIVILE ABITAZIONE**



INDAGINI IN SITU E DI LABORATORIO
GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

Studio associato dr. Michele De Ruvo e dr. Pier Augusto Favole:
Vicolo Salzea n.24 - 10028 TROFARELLO (TO)
Tel-fax 011-6490619
srg@fastwebnet.it www.rilievigeologiatecnica.it

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

Timbro e firma:



Riferimenti:

07-25/07-1926/dr

Revisione n. 0

Collaboratore:

dr.geol. Chiono Daniela

Data:

30/01/25

La riproduzione, anche parziale, del presente elaborato mediante mezzi elettronici, meccanici o altri non è consentita senza l'autorizzazione scritta dell'autore. Ogni abuso sarà perseguito a termini di legge.

INDICE

PARTE PRIMA - RELAZIONE GEOLOGICA

1. Premessa	4
2. Inquadramento generale.....	4
3. Inquadramento Geologico-Geomorfologico-Idrogeologico	5
4. Modello geologico.....	5
6. Normativa sismica	6
7. Conclusioni e raccomandazioni	6

PARTE SECONDA - RELAZIONE GEOTECNICA

1. Studi e indagini	9
1.1 Indagini dirette in sito.....	9
1.2 – Rilievo geofisico MASW.....	9
2. Modello geotecnico.....	11
3. Tipologia delle opere, dati costruttivi sull'esistente e dati disponibili in zona	11
4. Caratterizzazione geotecnica	12
5. Considerazioni tecniche sulle opere in progetto	12

Allegati

All.n. 1	Inquadramento geografico ed ubicazione del sito su C.T.R. e DBTRE
All.n. 2	Inquadramento geologico su Carta Geologica d'Italia 1:100000 (a), Estratto Cartografia P.G.R.A. (b)
All.n. 3	Inquadramento su Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica (a) e Carta geoidrologica (b)
All.n. 4	Planimetria di progetto con ubicazioni indagini
All.n. 5	Profili penetrometrici (a-b-c-) e documentazione fotografica (d)
All.n. 6	Indagine sismica MASW

PARTE PRIMA

RELAZIONE GEOLOGICA

1. Premessa

Il presente Studio geologico-tecnico è stato redatto in conformità alla normativa tecnica vigente (D.M. 17/1/18 "Norme tecniche per le costruzioni" e la relativa Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici e D.M. LL.PP. 11/3/88 n°127 con circolari attuative M.LL.PP 24/9/88 n.30483 e P.G.R. 18/5/90 n.11/PRE, O.P.C.M. n.3274/2003) ed ai fini della redazione del progetto per la realizzazione di n.5 fabbricati di civile abitazione in Via Bianco - PEC Area R2.40, nel comune di San Benigno C.se (TO).

Per la presente fase di supporto geologico-tecnico alla stesura del progetto, si sono utilizzati i dati del rilevamento geologico-geomorfologico dell'area nonché i dati geognostici derivanti da indagini effettuate in sito il 23/01/2025.

L'attività si è articolata nei seguenti punti:

- esame della documentazione disponibile in letteratura e presso archivi pubblici in merito all'argomento, alla situazione geologica generale e alla situazione stratigrafica locale;
- rilievo geomorfologico dell'area in data 23/01/2025;
- realizzazione in data 23/01/2025 di n. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti SCPT;
- acquisizione profilo sismico e caratterizzazione risposta sismica locale mediante indagine MASW;
- modello geologico e caratterizzazione litologica dei terreni di fondazione;
- verifica delle condizioni di stabilità dell'area;
- caratterizzazione idrogeologica;
- considerazioni tecniche sulle opere in fase di progettazione architettonica.

Vengono di seguito riportate le fonti delle notizie geologico-tecniche ed idrogeologiche, relative alla zona in oggetto, ritenute fondamentali alla stesura del Progetto, desunte dalla letteratura scientifica disponibile o estratti da archivi pubblici. Esse si riferiscono in particolare alla documentazione bibliografica relativa alle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area urbana di San Benigno C.se:

1. Carta geologica (successivamente citata) e relative Note illustrative;
2. Banca dati Geologia e processi di dissesto di A.R.P.A. Piemonte;
3. Allegati geologici di P.R.G.C..

2. Inquadramento generale

L'area d'intervento (all.n. 1) è localizzata all'interno di un settore di territorio precedentemente a destinazione agricola, situato tra il concentrico urbano principale ad Ovest ed il tracciato autostradale Torino-Aosta ad Est. Si tratta di un lotto ancora libero presente lungo Via Bianco.

La rete idrografica superficiale in prossimità dell'area risulta così distribuita:

- *Torrente Malone* a circa 0.5 Km verso Sut;
- *Rio Baudino, affluente del T. Malone*, a circa 0.35 Km verso Ovest.

Essa è compresa cartograficamente nel Foglio n°56 Tavoleta I S-O denominato "Volpiano" della Carta d'Italia alla Scala 1:25000, nel Foglio n. 135140 della Carta Tecnica Regionale del Piemonte (in all.n.1 alla scala 1:10000) e nel Foglio n°56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia.

Le coordinate WGS84 dell'area sono: 45,22358 N – 7,79147 E e la quota assoluta è pari a circa 210 m s.l.m..

Nel vigente P.R.G.C. essa è compresa nella **Classe I** della Carta di Sintesi della Pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica relativa a "*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.*

Gli interventi, sia pubblici che privati, sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88. Aree Edificabili”.

3. Inquadramento Geologico-Geomorfologico-Idrogeologico

L'area si localizza sull'Alta pianura formata dai depositi sabbioso-ghiaiosi terrazzati (“Fluviale Riss”) che affiorano estesamente all'interno di tutta la vasta area comprendente il sito in esame.

Si tratta di antichi depositi di origine fluviale legati al processo di formazione della megaconoide della Stura di Lanzo. Essi si trovano geneticamente sopraelevati rispetto alle “Alluvioni recenti e antiche” del suddetto corso d'acqua e dei torrenti Malone e Orco.

In zona vengono distinti due tipi di depositi Fluvioglaciali Rissiani a seconda della matrice presente: l'area in oggetto è compresa nei “*Depositi fluvioglaciali Riss I*” (Pleistocene), costituiti da ghiaie ciottolose inglobate in matrice sabbioso-limosa di colore bruno-rossastro, mediamente alterata.

Dal punto di vista idrogeologico, in base agli studi ed ai dati disponibili in letteratura o nel nostro archivio, nella zona sono presenti due livelli acquiferi principali, separati da un livello continuo di argilla lacustre:

- un acquifero superficiale freatico, all'interno dei depositi fluviali e fluvioglaciali (Pleistocene-Olocene), di spessore compreso tra 20 e 50 m, legato all'attuale reticolato idrografico;
- un acquifero profondo formato da un sistema multistrato in pressione, all'interno delle alternanze a diversa permeabilità presenti nei depositi fluvio-lacustri Villafranchiani.

L'acquifero superficiale freatico è ospitato all'interno dei terreni ghiaioso-sabbiosi con permeabilità medio-alta per porosità: la quota piezometrica assoluta media è compresa tra i 205 e 210 m s.l.m. (all.n. 3b) ed è soggetta a risalita, di ordine di grandezza metrico, soprattutto nel periodo estivo (in conseguenza dell'apertura delle derivazioni a scopo irriguo).

Essa è collegata con il Torrente Malone e, secondariamente, con il Rio Baudino, con direzione generale di deflusso da NordOvest verso SudEst e gradiente di tipo medio.

4. Modello geologico

In base ai risultati delle indagini in sito e di archivio disponibili, la stratigrafia dell'area si presenta relativamente omogenea con alcune leggere differenze tra la porzione a Nord (P2) e la porzione a Sud (P1 e P3) ed evidenzia la presenza, al di sotto di un livello di terreno vegetale, di un livello costituito da depositi fini siltoso-sabbiosi, scarsamente addensato e probabilmente di origine fluviale, passante in profondità a terreni fluviali sabbioso-ghiaiosi grossolani.

In base ai dati disponibili, la stratigrafia può essere, a partire dal piano campagna, rappresentata dai seguenti livelli:

- LIVELLO 1: sino a -0.6 (P2) -0,9 da p.c.: terreno vegetale;
- LIVELLO 2: sino a quote variabili tra i -1.5 (P3) e -2.1 (P2) m da p.c.: limo sabbioso e sabbie fini, generalmente scarsamente addensate e dotate di caratteristiche meccaniche mediocri;
- LIVELLO 3: oltre -1.5 ÷ -2.1 da p.c.: ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi (Ømax 20 cm), color ocra-bruno ed appartenenti al Fluvioglaciale Riss, da mediamente a ben addensate e con caratteristiche meccaniche da buone a ottime.

Nel corso delle indagini effettuate non è stata riscontrata la presenza della falda freatica fino alla profondità massima indagata (-3,0 m).

In base alla cartografia di Piano il livello statico risulta essere posto ad una quota di c.ca -5.0 m dal p.c. attuale; tale livello risulta essere soggetto a risalita nel periodo estivo a causa dell'apporto idrico dovuto all'irrigazione. Non essendo prevista la realizzazione di piani interrati, non si prevedono interferenze tra la falda e le strutture in progetto.

6. Normativa sismica

Il territorio comunale di San Benigno C.se si caratterizza per un medio basso livello di sismicità.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. dell'8 maggio 2003), modificata dalla mappatura approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 è articolata in quattro zone. Le prime tre corrispondono alle aree con sismicità alta, media e bassa, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 - OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 657656 è stato recentemente rivista la classificazione dell'intero territorio della Regione Piemonte.

Secondo la suddetta classificazione il comune di San Benigno C.se rientra nel grado medio basso, denominato **Zona sismica n. 3**: a tale classificazione corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale massima del suolo (frazione dell'accelerazione di gravità con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni) a_g/g pari a 0.15g.

Un maggior dettaglio sulla **Pericolosità sismica di base** si ottiene utilizzando la normativa recentemente entrata in vigore, compresa nelle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17/1/18) che, sulla base dei parametri di input quali le Coordinate geografiche del sito (per agganciarsi a 4 punti del reticolo di riferimento nazionale), Vita nominale, Classe d'uso e Vita di riferimento (sopra riportati), consente di ricavare i seguenti valori dei parametri sismici di base per i diversi Stati limite previsti:

Stato Limite		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*
SLE	Operatività	81%	30	0,195	2,61	0,16
	Danno	63%	50	0,241	2,60	0,19
SLU	Salv. Vita	10%	475	0,459	2,71	0,28
	Collasso	5%	975	0,541	2,75	0,30

Sulla base dei parametri riportati in tabella nonché sulla base dell'individuazione della categoria di sottosuolo mediante le indagini effettuate e sulla base dei dati di archivio, la parametrizzazione sismica del sito verrà successivamente completata con l'individuazione del valore dello Spettro di risposta elastica del terreno (S) e dei valori di T_b , T_c , T_D , F_v .

7. Conclusioni e raccomandazioni

Lo studio dell'area in oggetto e delle opere previste ha evidenziato quanto segue:

1. sulla base dei dati di archivio la dinamica fluviale non ha storicamente interferito con l'assetto del sito né vi è la probabilità che ciò avvenga in futuro;
2. l'area ricade dal punto di vista geomorfologico in *Classe I*;
3. l'acquifero superficiale freatico ha soggiacenza pari a -5.0 m dal p.c.;

4. geologicamente siamo in presenza, al di sotto di uno strato di terreno vegetale, di terreni di origine fluviale poco addensato limoso sabbioso, passanti a terreni fluviali a grana maggiore e resistenza crescente con la profondità di probabile origine fluvioglaciale.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette quindi di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità dell'intervento edificatorio in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente relazione.

il tecnico incaricato
dr. geol. Michele De Ruvo
S.R.G. Studio associato



PARTE SECONDA

RELAZIONE GEOTECNICA

1. Studi e indagini

L'attività si è articolata nei seguenti punti:

- esame della documentazione disponibile in letteratura e presso archivi pubblici in merito all'argomento, alla situazione geologica generale e alla situazione stratigrafica locale;
- rilievo geomorfologico dell'area in data 23/01/2025;
- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti SCPT in data 23/01/2025;
- acquisizione profilo sismico e caratterizzazione risposta sismica locale mediante indagine MASW;
- modello geologico e caratterizzazione litologica dei terreni di fondazione;
- verifica delle condizioni di stabilità dell'area;
- caratterizzazione idrogeologica;
- considerazioni tecniche sulle opere in fase di progettazione architettonica.

1.1 Indagini dirette in sito

Tutte le indagini ed i rilievi relativi alla presente fase progettuale sono stati svolti il giorno 23 gennaio 2025 ed hanno evidenziato la presenza di una situazione antropizzata con rimaneggiamenti o riporti superficiali, cui segue in profondità una serie di depositi fluviali fini Rissiani passanti a depositi ghiaiosi fluvioglaciali.

Sul terreno in oggetto sono state effettuate n. 3 Prove Penetrometriche Dinamiche SCPT. I punti relativi alle indagini dirette (SCPT) sono state distribuite in modo trasversale nell'area oggetto di intervento (all.n. 4):

Tabella 1

<i>Sigla indagine</i>	<i>Tipologia indagine</i>	<i>Profondità raggiunta</i>
P 1	SCPT	-3,0 m
P 2	SCPT	-2,1 m
P 3	SCPT	-2,4 m

La prova penetrometrica dinamica SCPT consiste nell'infissione di una punta conica (\varnothing 51 mm, conicità 60°) collegata ad una batteria di aste (\varnothing 34 mm) tramite una massa battente di 73.5 Kg con caduta libera di 75 cm; durante le prove vengono contati e poi diagrammati i colpi del maglio necessari ad infiggere di 30 cm la punta conica. L'attrezzatura usata, montata su carro semovente cingolato, è oleodinamica ed automatica in modo da garantire la costante altezza di caduta del maglio.

Le prove SCPT sono state spinte sino al raggiungimento del rifiuto alla penetrazione. I relativi diagrammi sono illustrati negli specifici profili penetrometrici (all.n.5 a-b-c) e la documentazione fotografica è riportata in allegato n.5d.

1.2 - Rilievo geofisico MASW

Le indagini indirette sono state condotte il giorno 23 gennaio 2025 e sono state effettuate in posizione centrale lungo il lato più lungo del terreno, e sono consistite in un'indagine geofisica eseguita con metodologia MASW, con lo scopo di verificare la risposta sismica del suolo sulla superficie ove è prevista l'edificazione delle strutture ed in particolare di rilevare la velocità delle onde superficiali, in modo da poter definire il parametro V_{S30} , secondo quanto definito nell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 e successivamente nel nuovo Testo Unico Norme Tecniche per le costruzioni, tramite la prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Tramite la prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S, i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

La prova è consistita nel rilevare, attraverso uno stendimento di 24 geofoni posizionati con passo pari a 2 m, le onde sismiche generate artificialmente ai bordi dello stendimento geofonico stesso (la posizione dello stendimento è mostrato nell'allegato 4). Le onde di superficie sono state generate con una massa battente (mazza da 10 kg).

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Come illustrato in dettaglio nell'allegato n.6, il profilo delle velocità delle onde di taglio (grafico delle velocità delle onde di taglio verso profondità) evidenzia dal punto di vista sismo-stratigrafico una sequenza litotipica composta verosimilmente da due livelli sismici fondamentali:

1. un livello superficiale, fino a circa 0,8 m dal p.c., costituito da depositi poco addensati, probabile coltivo ($V_s = 135,1$ m/s);
2. un livello intermedio, fino a circa 1,8 m dal p.c., costituito da depositi fini mediamente addensati ($V_s = 244,1$ m/s);
3. un secondo livello intermedio, fino a c.ca 4,80 m, costituito da materiale un po' più fini e meno addensati del precedente ($V_s = 320,0$ m/s);
4. depositi a grado di addensamento maggiore si individuano oltre -15,7 m di profondità dal p.c., con $V_s = 357,4$ m/s;

Il valore medio calcolato sullo spessore di 30 m (V_{s30}), considerando il piano di fondazione a p.c., è risultato pari a **414,62 m/s**: tale valore equivale ad un suolo di **classe "B"**.

Pertanto, considerando che il sottosuolo dell'area in oggetto, sulla base dei dati di cui sopra, rientra nella **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." e con un valore del Coefficiente tipografico ST pari a 1.0 (T1), la tabella della pericolosità sismica di base viene completata con i parametri di S (spettro di risposta elastico) T_b (periodo inizio tratto spettro accelerazione costante), T_c (periodo inizio tratto spettro velocità costante), T_D (periodo inizio tratto spettro spostamento costante) e F_v (fattore amplificazione verticale) di seguito riportati:

Stato Limite		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*	S	T_b	T_C	T_D	F_v
SLE	Operatività	81%	30	0,195	2,61	0,16	1,20	0,08	0,25	1,68	0,49
	Danno	63%	50	0,241	2,60	0,19	1,20	0,10	0,29	1,70	0,54
SLU	Salv. Vita	10%	475	0,459	2,71	0,28	1,20	0,13	0,39	1,78	0,78
	Collasso	5%	975	0,541	2,75	0,30	1,20	0,14	0,42	1,82	0,86

Ai sensi delle "Norme tecniche per il progetto di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Pertanto, non si ritiene che il terreno di fondazione possa essere suscettibile di liquefazione in quanto le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g.

2. Modello geotecnico

In base ai risultati delle indagini in sito e di archivio disponibili, la stratigrafia dell'area si presenta relativamente omogenea, con alcune leggere differenze tra la porzione a Nord (P2) e la porzione a Sud (P1 e P3) ed evidenzia la presenza, al di sotto un livello di terreno vegetale, di un livello costituito da depositi fini siltoso-sabbiosi, scarsamente addensato e probabilmente di origine fluviale, passante in profondità a terreni fluviali sabbioso-ghiaiosi grossolani.

In base ai dati disponibili, la stratigrafia può essere, a partire dal piano campagna, rappresentata dai seguenti livelli:

- LIVELLO 1: sino a -0.6 (P2) -0,9 da p.c.: terreno vegetale;
- LIVELLO 2: sino a quote variabili tra i -1.5 (P3) e -2.1 (P2) m da p.c.: limo sabbioso e sabbie fini, generalmente scarsamente addensate e dotate di caratteristiche meccaniche mediocri, dotate di caratteristiche meccaniche mediocri, $NSPT_k = 10$ colpi/piede;
- LIVELLO 3: oltre -1.5÷-2.1 da p.c.: ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi (\varnothing_{max} 20 cm), color oca-bruno ed appartenenti al Fluvioglaciale Riss, da mediamente a ben addensate e con caratteristiche meccaniche da buone a ottime, $NSPT_k > 20$ colpi/piede.

Nel corso delle indagini effettuate non è stata riscontrata la presenza della falda freatica fino alla profondità massima indagata (-3,0 m).

In base alla cartografia di Piano il livello statico risulta essere posto ad una quota di c.ca -5.0 m dal p.c. attuale; tale livello risulta essere soggetto a risalita nel periodo estivo a causa dell'apporto idrico dovuto all'irrigazione. Non essendo prevista la realizzazione di piani interrati, non si prevedono interferenze tra la falda e le strutture in progetto.

3. Tipologia delle opere, dati costruttivi sull'esistente e dati disponibili in zona

L'intervento attualmente in progetto prevede la realizzazione di quattro fabbricati di tipo residenziale unifamiliari ed una bifamiliare, costituita da due unità abitative. Il progetto prevede fondazioni di tipo diretto superficiale e piano di imposta delle fondazioni entro -1.0 m dall'attuale p.c..

I dati di progetto forniti attribuiscono alla struttura una Vita nominale **$V_n = 50$ anni** ed una Classe d'uso **$C_u II$** , da cui deriva una Vita di riferimento **V_R di 50 anni**.

4. Caratterizzazione geotecnica

Al fine di stimare i principali parametri geotecnici del terreno e di valutarne la capacità portante sono state prese in considerazione i dati derivanti dalle indagini eseguite in sito nonché i dati di archivio derivanti da indagini geotecniche in zone limitrofe e che hanno interessato i medesimi depositi individuati in sito.

È stato quindi preso in considerazione il valore medio di N_{SCPT} e, da esso, si è ricavato il valore N_{SPT} , utilizzato più frequentemente per la parametrizzazione dei terreni, dopo aver corretto anche per la profondità i valori, tramite le correlazioni di Jamiolkowski e Meardi-AGI.

Per tutti i livelli si è utilizzato in favore di sicurezza (almeno nel caso del livello morenico inalterato si tratta in realtà di terreni parzialmente sovraconsolidati) un valore del rapporto N_{30SPT}/N_{SPT} pari a 1. Tale valore è stato corretto (N'_{SPT}) per tener conto della Pressione verticale efficace (svo'), secondo il metodo di normalizzazione di Jamiolkowski et al. (1985), ed ha permesso di determinare, per i livelli presenti inferiormente allo strato di terreno vegetale, i parametri meccanici caratteristici: angolo d'attrito interno (ϕ), moduli elastici e di deformabilità (Poisson e Young) e densità relativa D_r .

L'angolo di attrito di picco è correlato, per i terreni grossolani, al valore N_{spt} tramite le correlazioni del Road Bridge Specification (1) e del Japanese National Railway (2) (Shioi e Fukui, 1982): $\phi = (15 \cdot N_{spt})^{1/2} + 15$ $\phi = 0.3 \cdot N_{spt} + 27$.

Per i terreni fini i valori medi di angolo d'attrito interno (ϕ_{picco}) è stato determinato tramite le correlazioni di Peck et al. (1953) per terreni prevalentemente coesivi. Per il calcolo del rapporto di Poisson si è utilizzata la relazione tipica per terreni normalconsolidati: $n = (1 - \sin \phi) / (2 - \sin \phi)$.

Per la valutazione del modulo di deformazione (E) si è fatto riferimento alla correlazione di D'Apollonia et al. (1970): $E = a + b \cdot N_{spt}$ (Kg/cm²)

in cui a e b sono due costanti sperimentali variabili rispettivamente tra 216 e 540 e tra 10.6 e 13.5.

Si è, inoltre, confrontato i dati ottenuti con le indicazioni contenute nella Relazione Tecnica facente parte degli elaborati geologici allegati alla variante Generale al P.R.G.C. del luglio 1996, redatta a firma della Geol. De Vecchi Pellati.

Su tali basi viene di seguito riportata una caratterizzazione di massima dei principali parametri geotecnici dei suddetti livelli, valida per l'attuale fase progettuale:

Livello	Terreno	Nspt	Angolo di Attrito interno ϕ_k	Densità Relativa D_r %	PESO DI VOLUME Mg/m ³ (g/cm ³)	Coesione (kPa)	Coefficiente Poisson
1	Riporto	—	20°	—	1.50	0	—
2	Silt sabbiosi	10	23°	30%	1.80	0°	0,35
3	Ghiaie eterometriche	>20	32°	75%	1.90	0°	0,31

5. Considerazioni tecniche sulle opere in progetto

Lo studio geologico e geotecnico del sottosuolo dell'area in oggetto in rapporto alle opere previste ha evidenziato quanto segue:

1. geologicamente siamo in presenza, al di sotto di uno strato superficiale di terreno vegetale, di terreni fini di origine fluviale, passanti a terreni fluviali a grana maggiore e resistenza crescente con la profondità solo oltre una quota variabile tra i -1.5 m (P3) e -2.1 m (P1) da p.c.;

2. sulla base dei progetti disponibili le fondazioni sono previste di tipo diretto ed esse dovrebbero essere poste entro -1,0 m da piano campagna attuale;
3. le scelte fondazionali non saranno direttamente condizionate dalla presenza della falda la cui oscillazione, sulla base dei rilevati in zona si attesta a c.ca -5.0 m da p.c.;
4. secondo la vigente normativa sismica il sito in esame, come in generale il comune di San Benigno C.se rientra tra quelli in classe 3, a sismicità medio-bassa: il valore dell'accelerazione orizzontale massima del suolo a_g sono quelli tabellati per i diversi stati limite nel paragrafo sopra riportato.

Ciò premesso e considerato, ed in particolare vista l'assenza di piani interrati e la conseguente necessità di fondarsi superficialmente e data la presenza del livello di ghiaie compatte (livello 3) solo oltre una profondità di almeno -1,5 (P3)÷-2,1(P1) m dall'attuale p.c., dal punto di vista tecnico le fondazioni delle future strutture potranno essere imbasate direttamente su tale livello (livello 3), dotato di caratteristiche geotecniche da buone a ottime o, in alternativa e comunque validamente dal punto di vista tecnico-economico, potranno essere imbasate superficialmente, sul primo dei livelli naturali esistenti nel sottosuolo, purché si proceda all'effettuazione di una "bonifica geotecnica" e comunque si ricorra a fondazioni del tipo a platea o travi di fondazione, poiché in grado di minimizzare i cedimenti sia assoluti che differenziali. Considerato che si tratta di un PEC e tenuto conto che la quota relativa del livello 3 è variabile, si consiglia prima di procedere alla progettazione esecutiva di verificare la quota di tale livello per ogni singolo lotto, così da valutare la migliore soluzione tecnico economica applicabile.

L'utilizzo della tecnica della "bonifica geotecnica" per il sito in oggetto comporterebbe l'asportazione, inferiormente alla quota fondazione delle strutture in elevazione, del terreno di riporto superficiale e del livello sabbioso-limoso naturale e nella sua sostituzione con più livelli decimetrici di misto naturale di cava o di materiali equivalenti, adeguatamente compattati. La sostituzione del terreno vegetale (fatte salve le aree a verde in cui potrà utilmente essere riutilizzato in sito) risulta particolarmente importante in quanto è necessario evitare la formazione di vuoti legati al processo di marcescenza degli eventuali residui organici legati agli apparati radicali presenti nel suolo vegetale o agrario.

Per la realizzazione di tale rilevato, si potrà prevedere la stesura di uno o più livelli sovrapposti, a seconda della differenza tra quota di progetto e quota del p.c. attuale, di potenza pari ad almeno 30 cm ciascuno; di essi il livello più elevato costituirà la massicciata e gli altri gli strati di base del solido di riporto.

La normativa di riferimento per costruzione e manutenzione delle opere civili e delle infrastrutture risulta essere la UNI 11531-1 *"Criteri per l'impiego dei materiali – parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati nella Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture"* dell'aprile 2014, che costituisce *"utile riferimento per la redazione di capitolati e le contrattazioni"* (come riportato nell'Introduzione della norma stessa) e le norme ad essa collegate: UNI EN 13242 relative agli *"Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade"* e UNI EN 13285 relativa alle *"Miscele non legate – Specifiche"*.

In particolare, per la realizzazione dei "solidi di riporto" si consiglia, come prima scelta, l'uso di terreni del tipo misto naturale di cava, appartenenti a classi granulometriche comprese tra la A-1-a e la A-2-5 (da ghiaia e sabbia a ghiaia e sabbia limosa, classificazione H.R.B.-A.A.S.H.O.), con preferenza per la classe migliore: A-1-a (0).

Quest'ultima classe granulometrica risulta infatti essere praticamente insensibile all'azione del gelo, non dà luogo a fenomeni di ritiro o rigonfiamento e possiede una elevata permeabilità. Per lo strato di fondazione della pavimentazione, qualora siano richieste elevate caratteristiche di

resistenza, sarà possibile utilizzare terre stabilizzate granulometricamente di tipo I A (Φ_{\max} 71 mm): si tratterà di un terreno del tipo misto corretto.

I terreni di ognuno dei livelli andranno rullati e costipati a regola d'arte: la regolare esecuzione di tali opere ed il raggiungimento delle caratteristiche di portanza necessarie, potrà essere controllata in corso d'opera con prove di carico su piastra (secondo le specifiche).

Un rilevato di tale tipo risulterà adeguato a sopportare la pressione scaricata sul terreno dalle fondazioni dei fabbricati, consentendo di raggiungere un carico specifico al massimo pari a 1.0 kg/cm².

Una volta definita con maggior dettaglio la tipologia fondazionale sarà possibile, sulla base dei parametri caratteristici e di progetto sopra riportati eseguire le verifiche di stabilità delle fondazioni agli Stati limite ultimo (SLU) e di esercizio (SLE) ai sensi delle "Norme tecniche per le costruzioni", recentemente entrate in vigore.

In sede di progettazione definitiva e di attuazione occorrerà comunque verificare lo stato di fatto incontrato con le indagini e la persistenza delle condizioni ipotizzate nella presente relazione.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette, quindi, di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità dell'intervento in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente relazione.

il tecnico incaricato
dr. geol. Michele De Ruvo



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE AREA IN OGGETTO


C.T.R. Sezione n° 135140



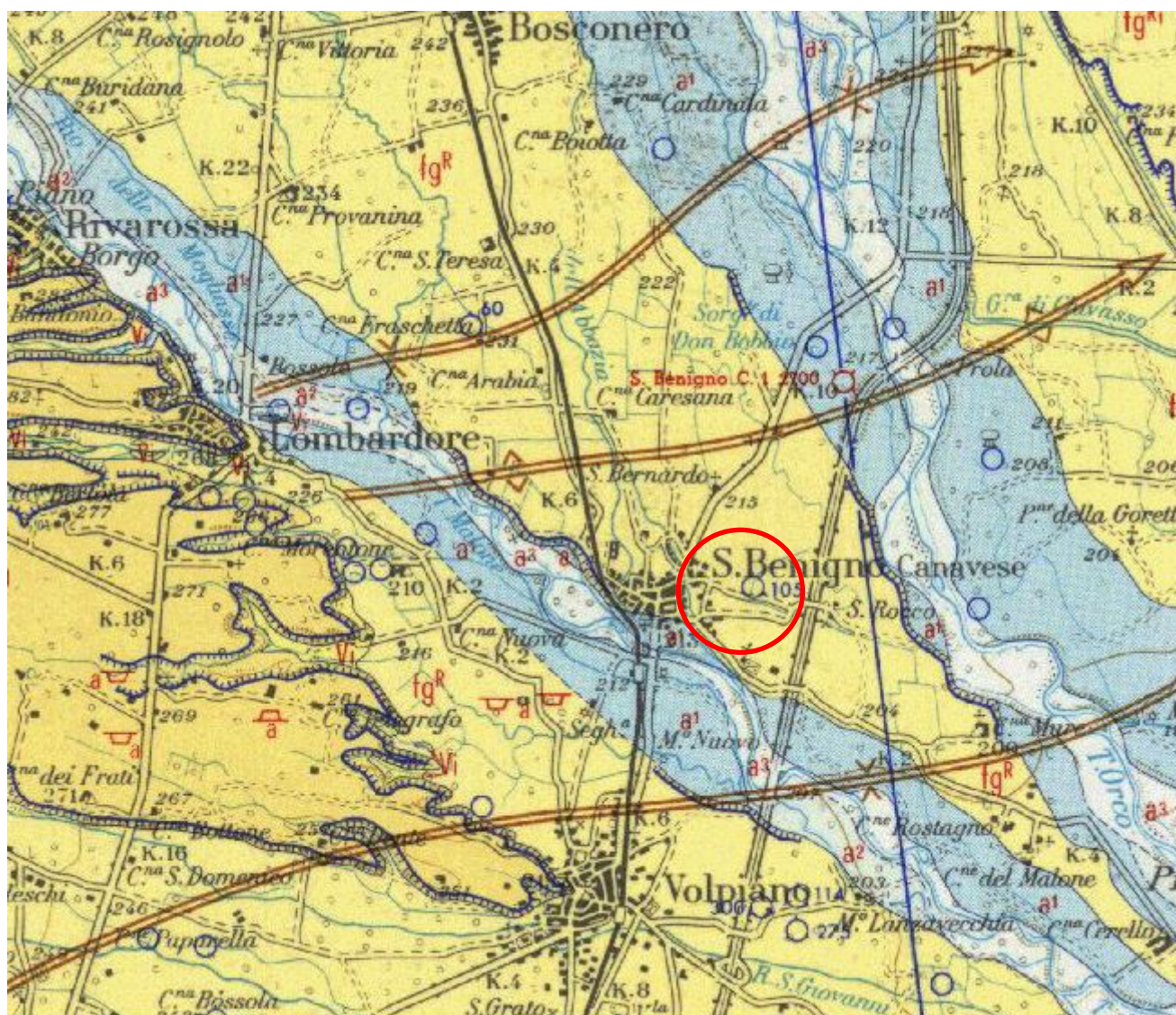
DBTRE




Legenda

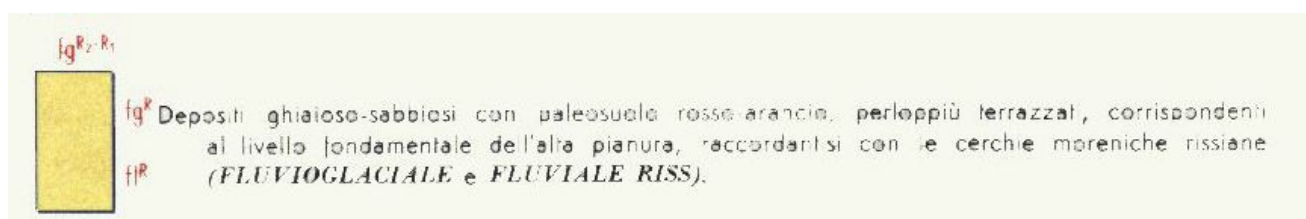
 area in oggetto

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
F. 56 TORINO

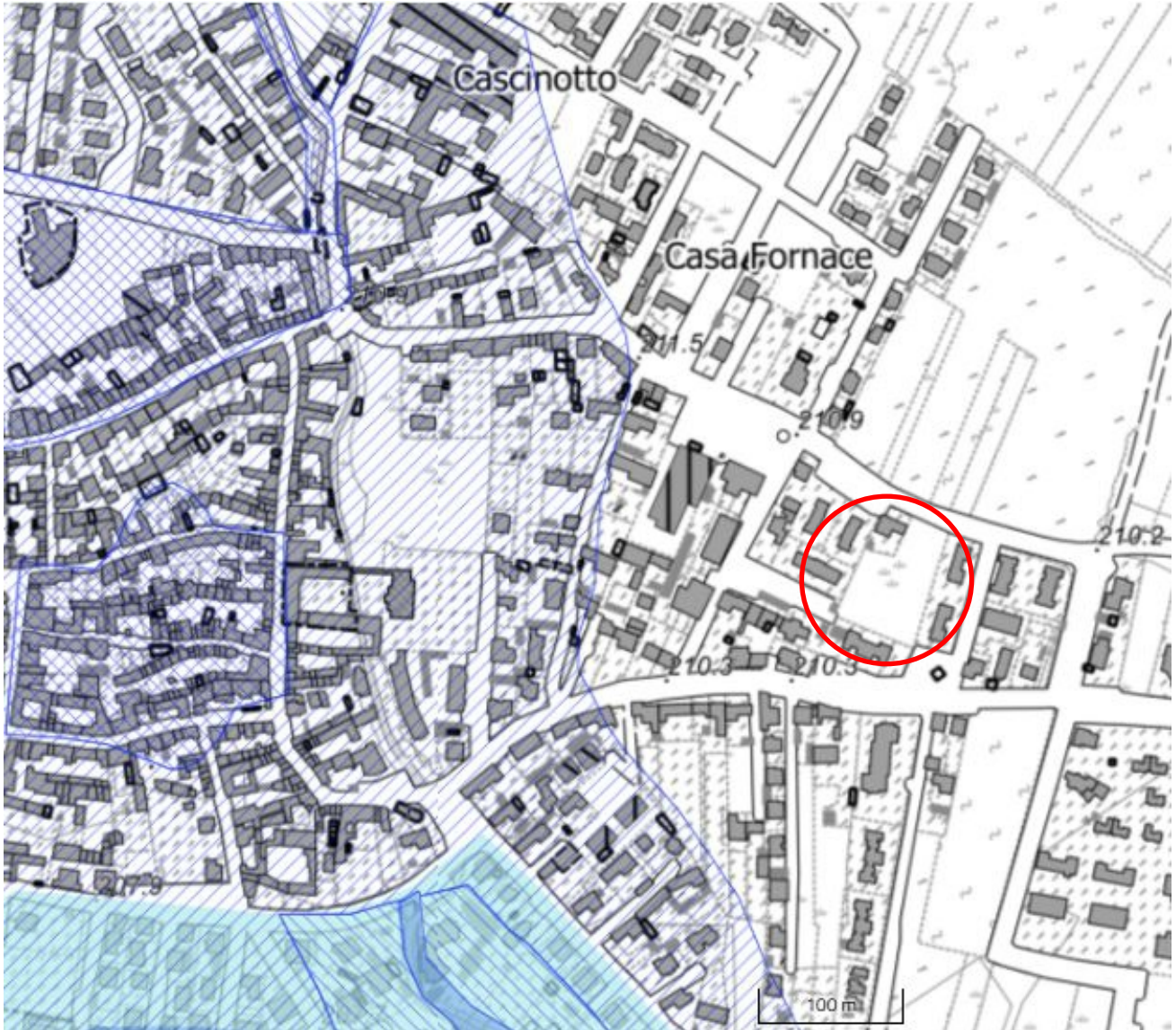


Legenda


 area in oggetto






Estratto cartografia P.G.R.A.






Legenda

 area in oggetto

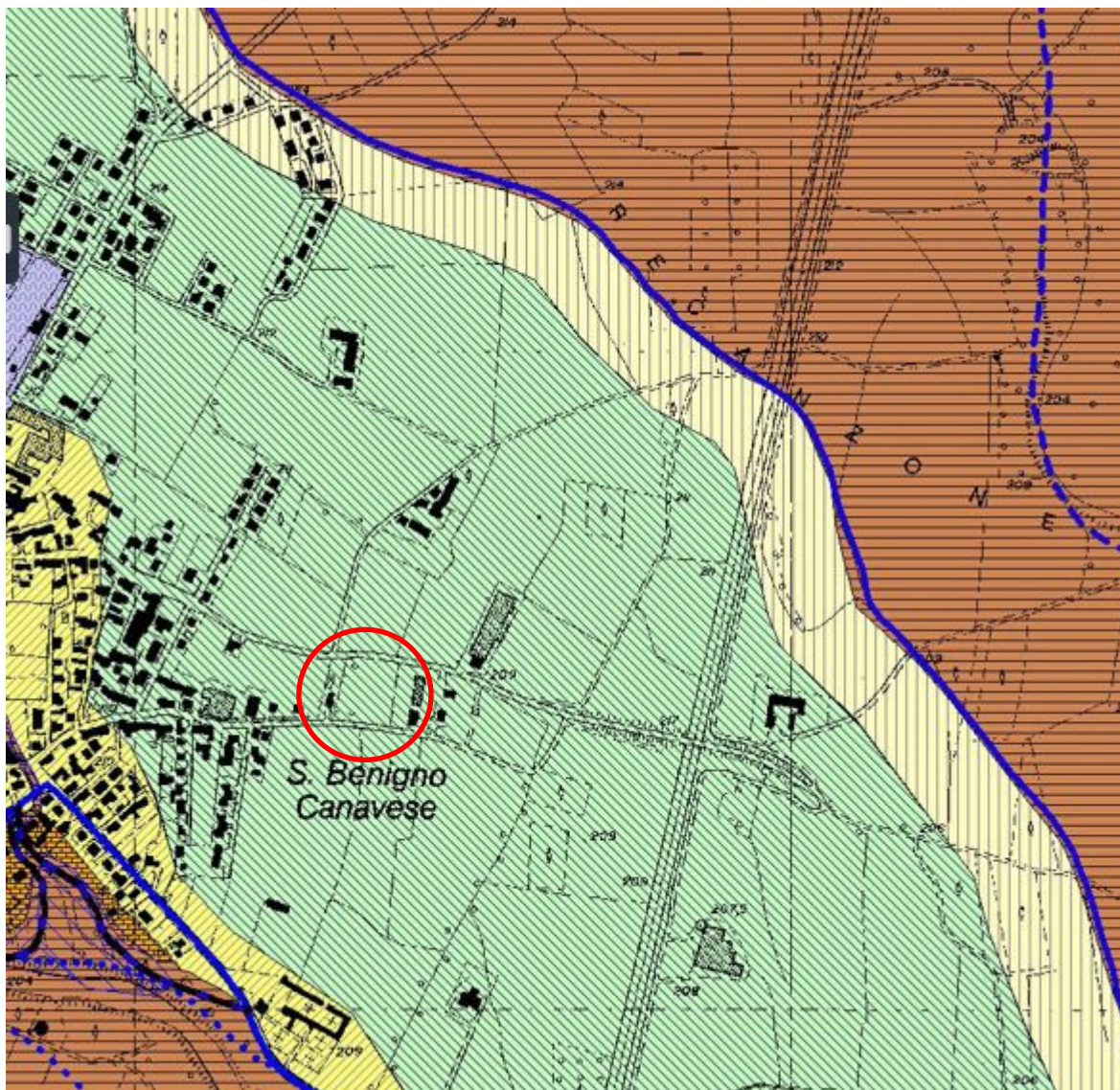
Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM), di pianura (RSP)

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni bassa (tr. 500)

Reticolo Principale fasciato (RP)

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni bassa (tr. 500)

Carta di Sintesi della Pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica



Legenda



area in oggetto



Classe I

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. Gli interventi, sia pubblici che privati, sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del DM.LL.PP. 11/03/988. Aree edificabili.



Classe II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al DM.LL.PP. 11/03/88 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo. Aree edificabili.



Classe IIb

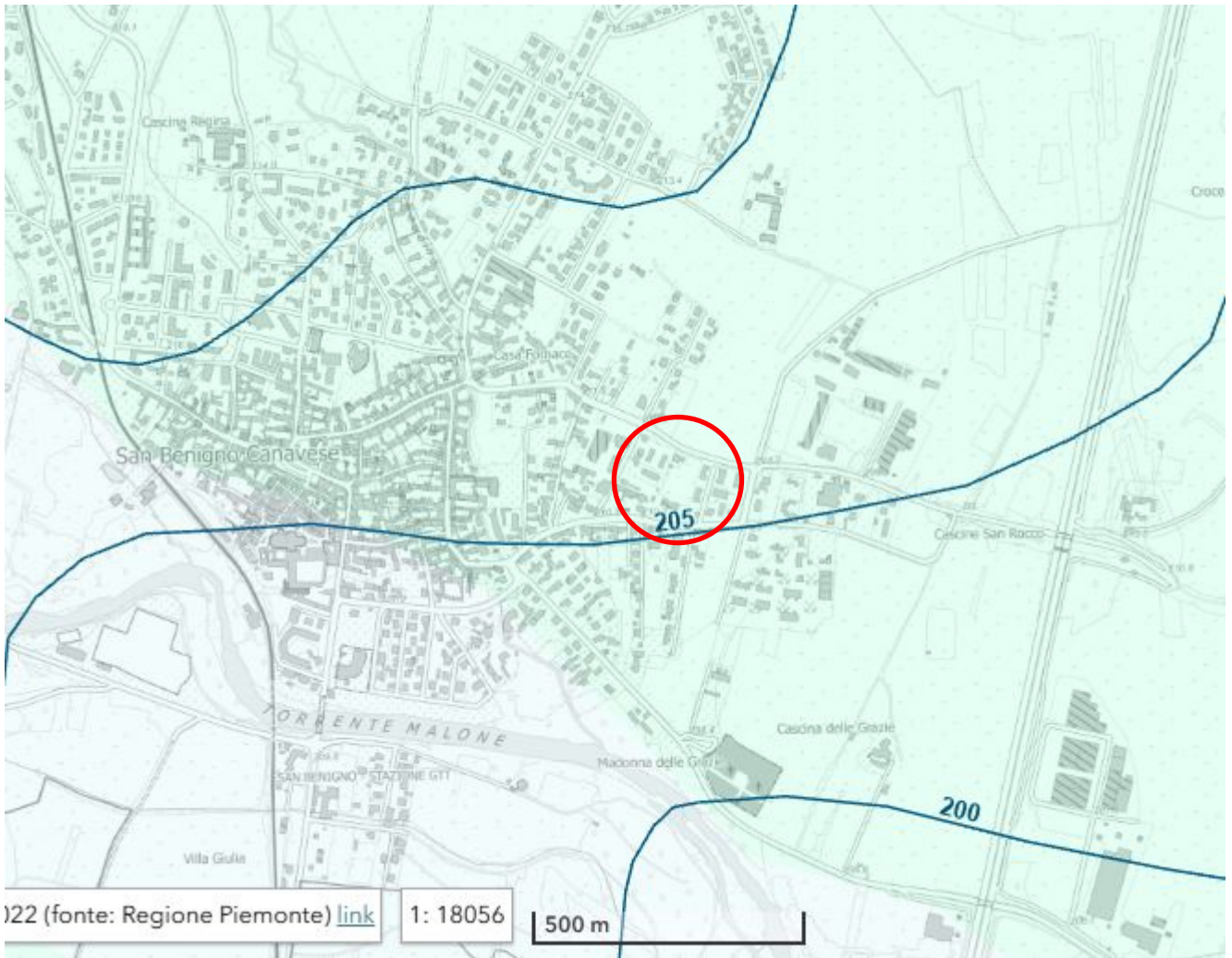
Porzioni di territorio corrispondenti a: ambiti urbanizzati adiacenti ai canali irrigui, al limite più esterno delle fasce fluviali del T. Orco e alle aree allagabili del T. Malone. Aree ad edificabilità condizionata.




Classe IIIa

Porzioni di territorio inedificate o con edifici sparsi che presentano caratteri geomorfologici ed idrogeologici tali da renderle inidonee a nuovi insediamenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R.56/77.

Carta geoidrologica



Legenda

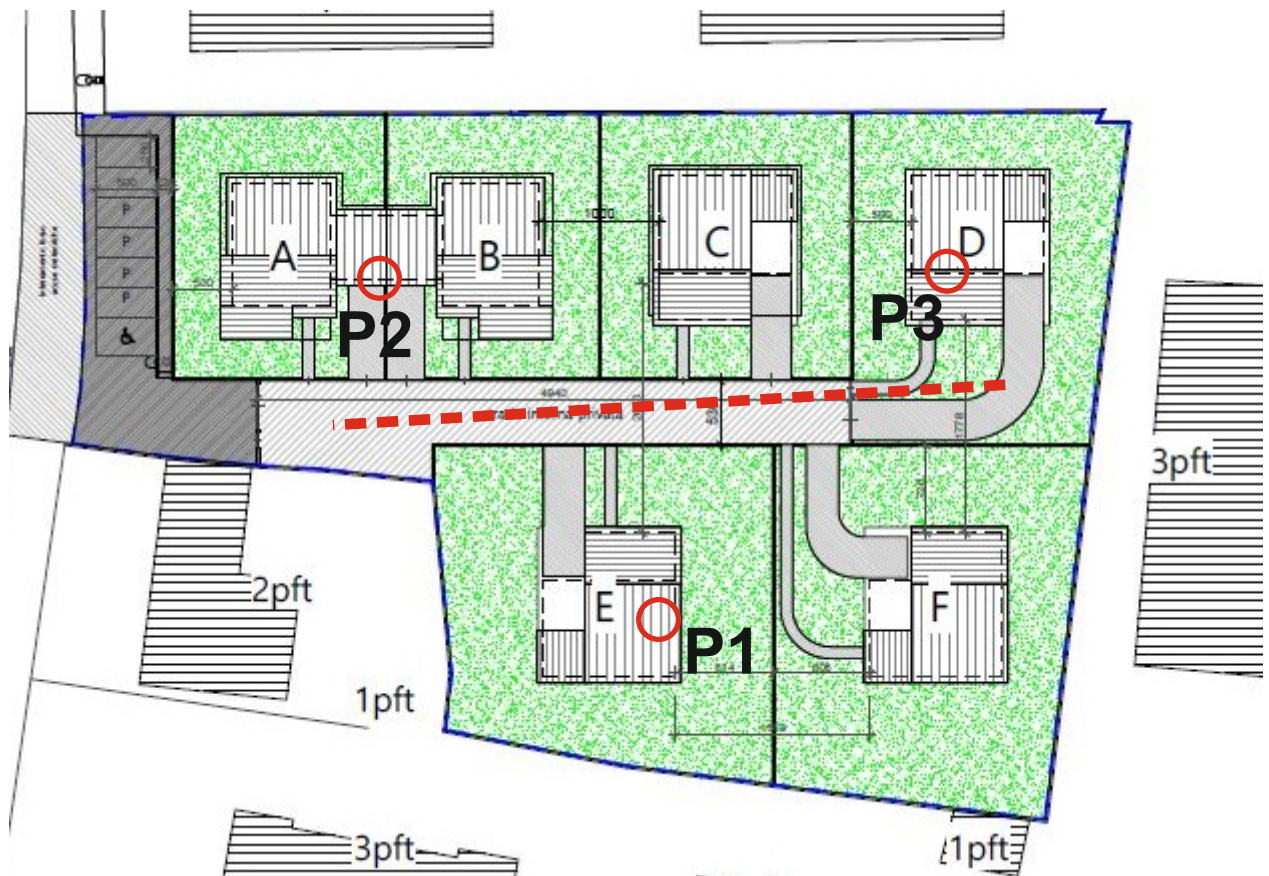
 area in oggetto



210 livello falda freatica

PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO
CON UBICAZIONE INDAGINI IN SITO

(fuori scala)



Legenda

○ prova penetrometrica SCPT

--- MASW

S.R.G.

DI DE RUVO & FAVOLE

PROVE GEOTECNICHE IN SITO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)

maglio

punta

aste

peso Kg 73
altezza di caduta cm 75 ϕ mm 51
angolo di apertura 60° ϕ mm 34 lunghezza m 1.5
peso Kg/m 4.8

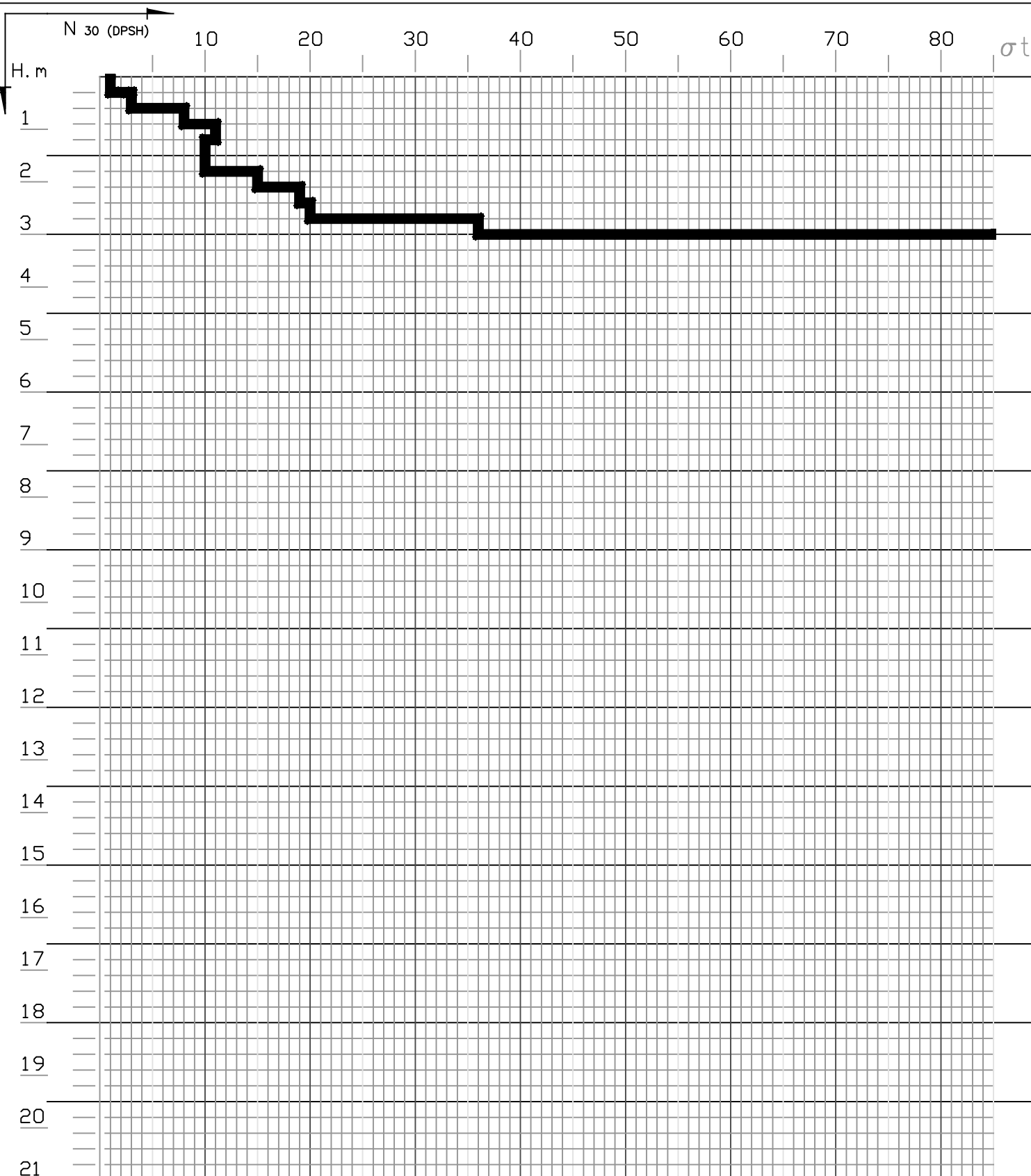
Trofarello v.lo Salzea 24 tel e fax 6490619

Committente

Località

Data

Prova N

*Arch Tricarico**San Benigno**23/01/25**1*

Coord.geografiche:

S.R.G.

DI DE RUVO & FAVOLE

PROVE GEOTECNICHE IN SITO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)

maglio

punta

aste

peso Kg 73
altezza di caduta cm 75 ϕ mm 51
angolo di apertura 60° ϕ mm 34 lunghezza m 1.5
peso Kg/m 4.8

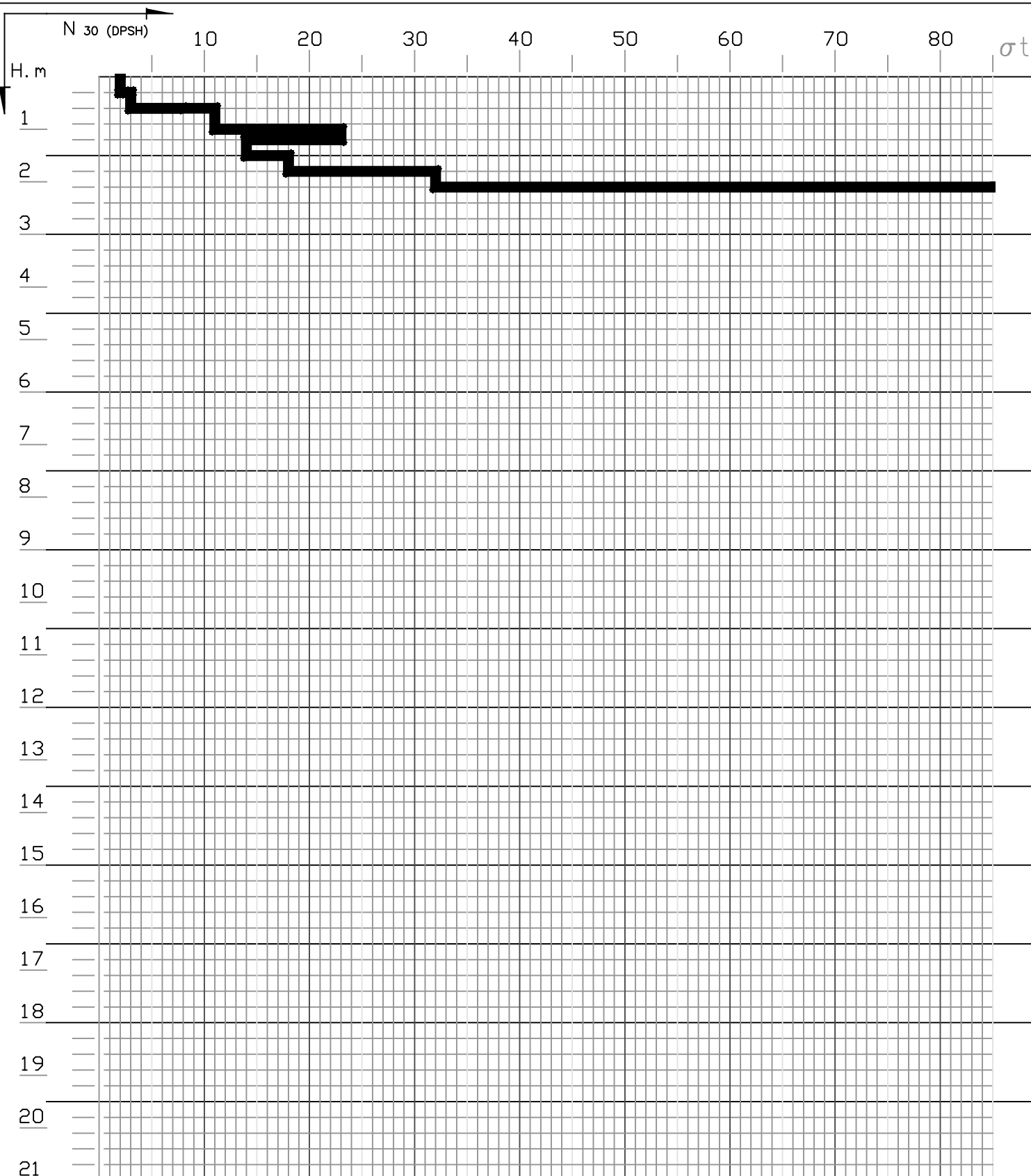
Trofarello v.lo Salzea 24 tel e fax 6490619

Committente

Località

Data

Prova N

*Arch Tricarico**San Benigno**23/01/25**2*

Coord.geografiche:

S.R.G.

DI DE RUVO & FAVOLE

PROVE GEOTECNICHE IN SITO**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)**

maglio

punta

aste

peso Kg 73
altezza di caduta cm 75 ϕ mm 51
angolo di apertura 60° ϕ mm 34 lunghezza m 1.5
peso Kg/m 4.8

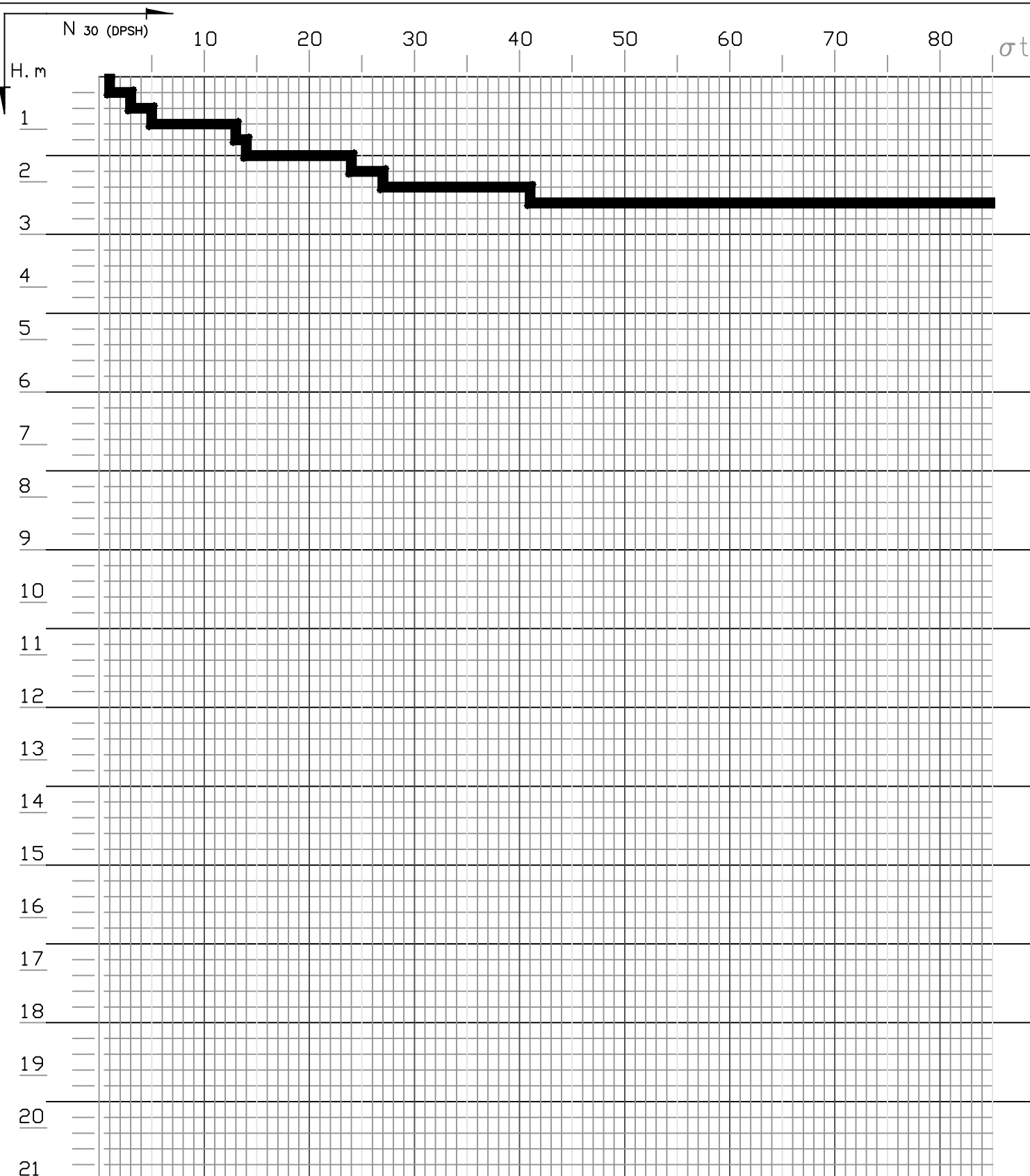
Trofarello v.lo Salzea 24 tel e fax 6490619

Committente

Località

Data

Prova N

*Arch Agrimi**San Benigno**23/01/2025**3*

Coord.geografiche:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 2 - Prova SCPT P2



Foto 1 - Prova SCPT P1



Foto 3 - Prova SCPT P3

SAN BENIGNO C.SE – P.E.C. via Bianco

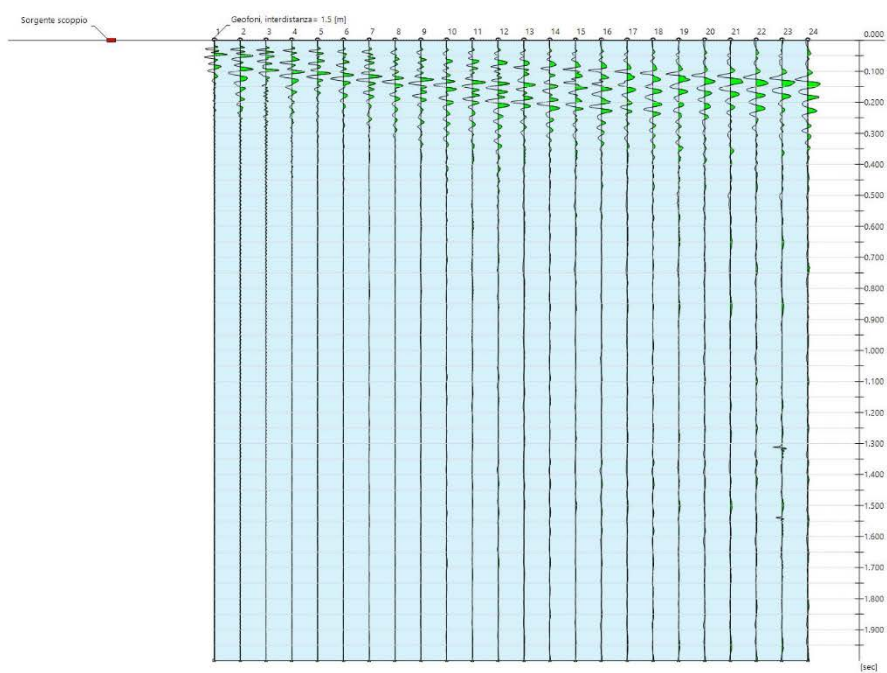
Rilievo geofisico MASW

Dati generali

Data | 23/01/2025 18:49

Tracce

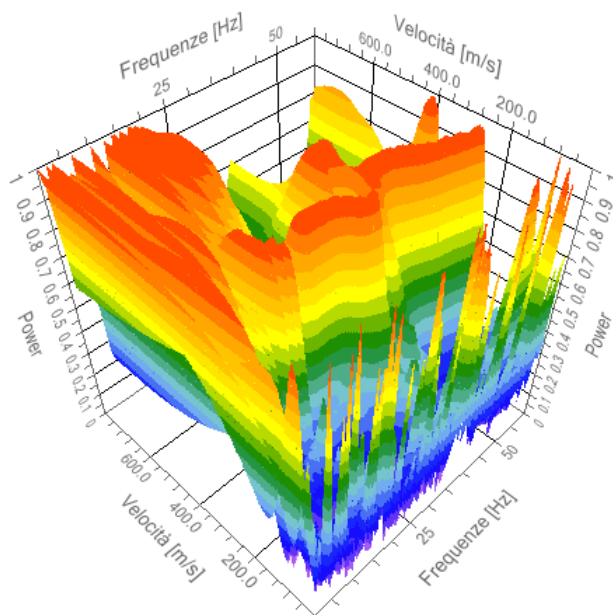
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

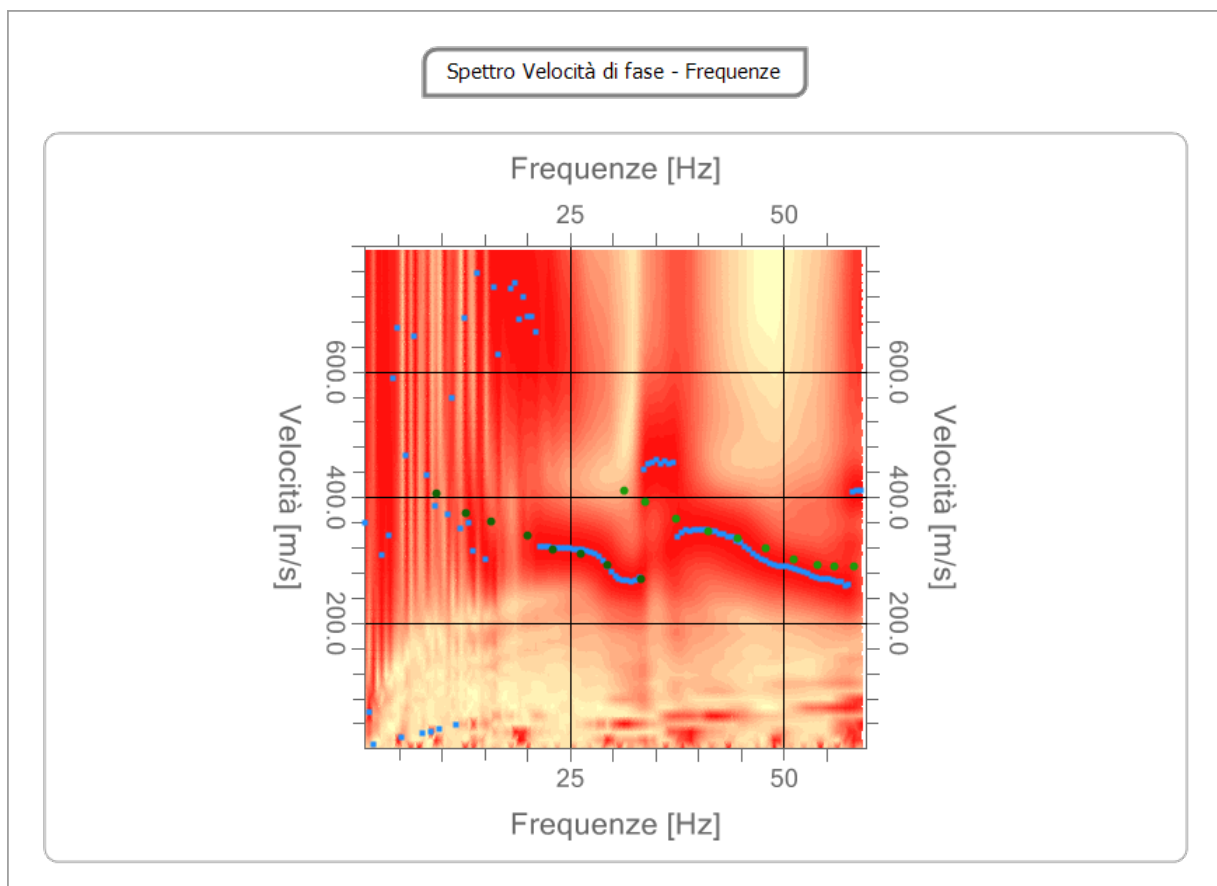
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.3	406.4	0
2	12.8	375.6	0
3	15.8	361.4	0
4	20.1	340.0	0
5	23.1	316.3	0
6	26.2	309.2	0
7	29.3	292.6	0
8	31.4	411.2	1
9	33.3	268.9	0
10	33.9	392.2	1
11	37.3	366.1	1
12	41.2	344.8	1
13	44.6	335.3	1
14	47.9	318.7	1
15	51.2	302.1	1
16	54.0	292.6	1
17	55.9	290.3	1
18	58.2	290.3	1



Inversione

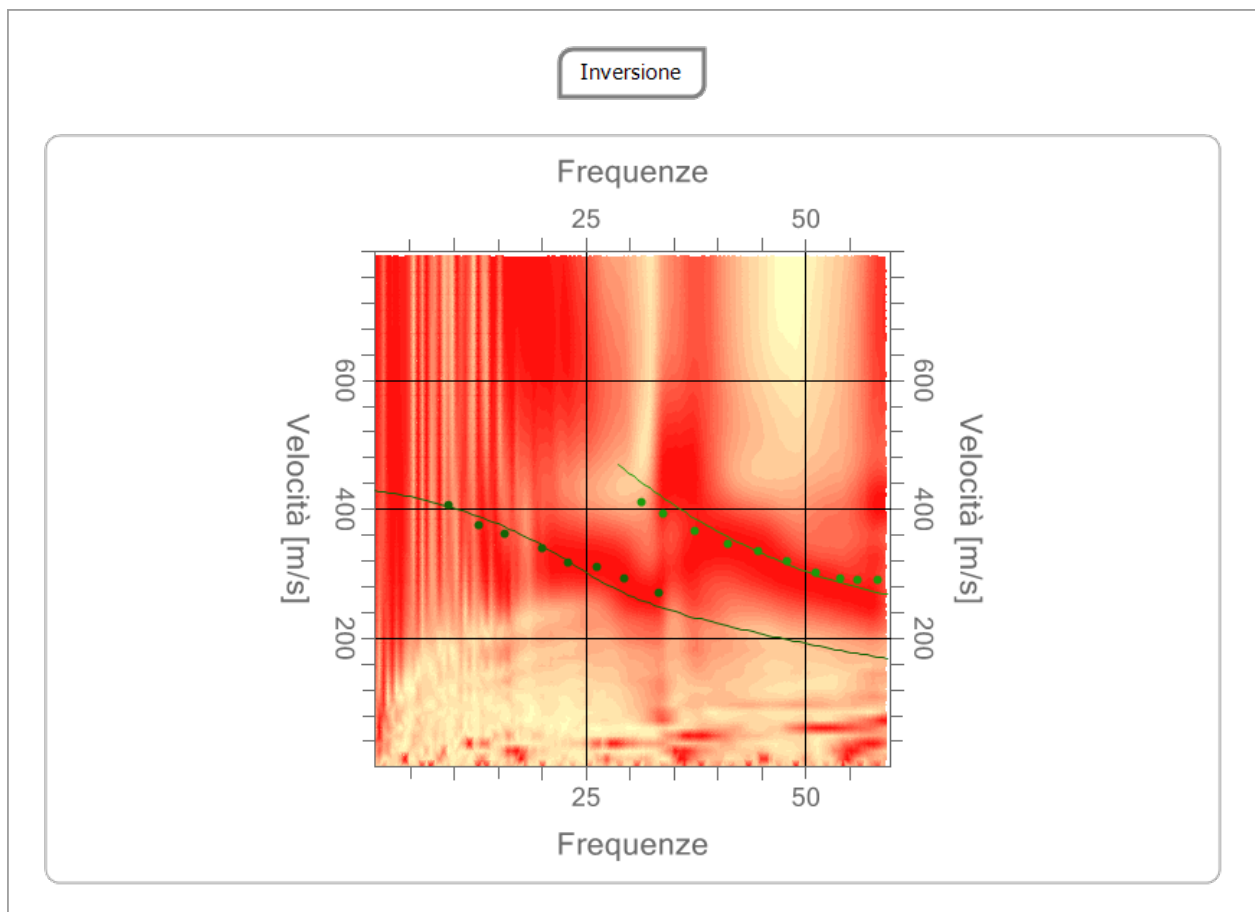
n.	Descrizione	Prof. [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coeff. Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		0.80	0.80	1800.0	0.20	No	220.6	135.1
2		1.80	1.00	1800.0	0.20	No	398.6	244.1
3		4.80	3.00	1900.0	0.30	Si	634.8	339.3
4		12.18	7.38	1900.0	0.30	Si	881.9	471.4
5		20.11	7.93	2000.0	0.30	Si	881.1	471.0
6		oo	oo	2000.0	0.20	No	769.0	470.9

Percentuale di errore

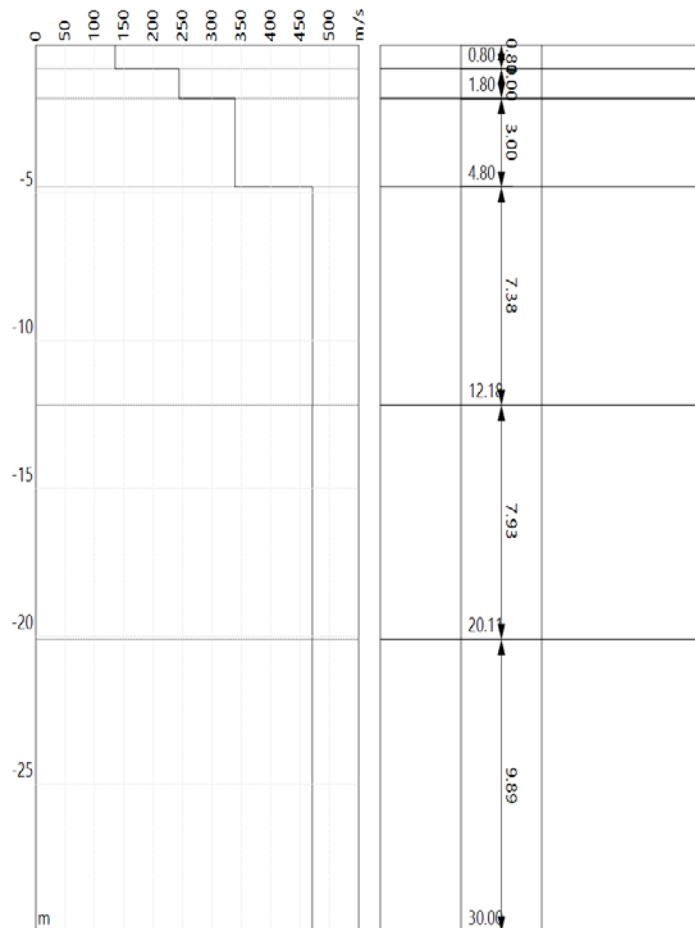
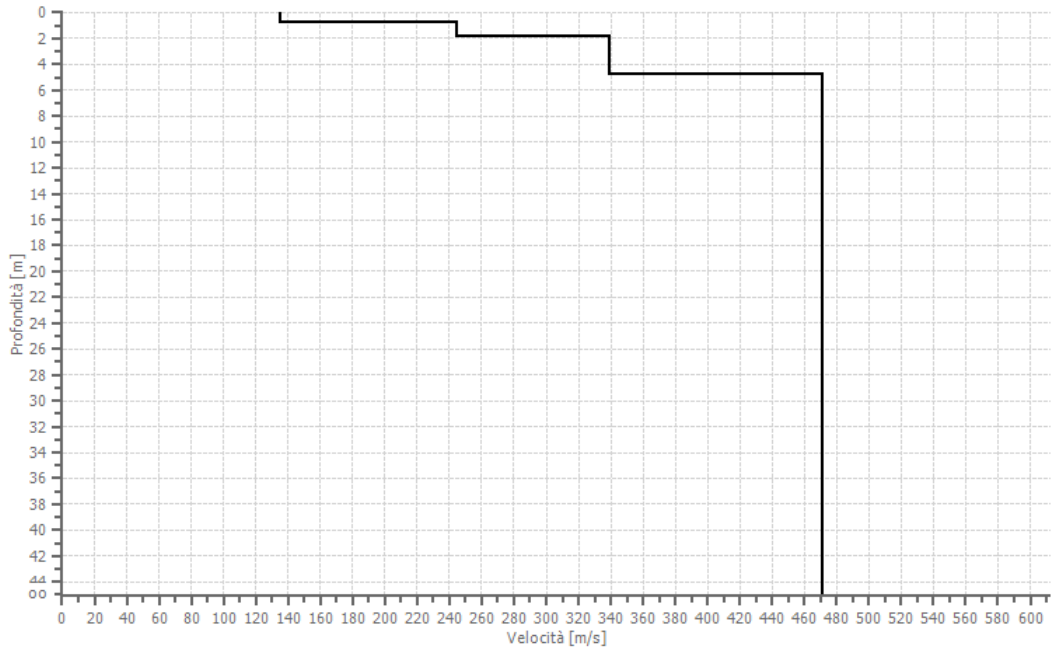
0.207 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.046



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	414.62
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Prof. [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	0.80	0.80	135.10	220.62	1800.00	0.20	32.85	87.61	43.81	78.85	105.91
2	1.80	1.00	244.10	398.62	1800.00	0.20	107.26	286.01	143.01	257.41	2070.04
3	4.80	3.00	339.30	634.78	1900.00	0.30	218.74	765.59	473.94	568.72	N/A
4	12.18	7.38	471.40	881.92	1900.00	0.30	422.22	1477.78	914.81	1097.78	N/A
5	20.11	7.93	470.98	881.13	2000.00	0.30	443.65	1552.78	961.24	1153.49	N/A
6	oo	oo	470.90	768.97	2000.00	0.20	443.49	1182.64	591.32	1064.37	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



Foto n.1 – Stendimento rilievo sismico MASW



Foto n.2 – Particolare geofoni