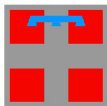


REGIONE
PIEMONTE



PROVINCIA DI
ALESSANDRIA



COMUNE DI
NOVI LIGURE



VARIANTE N. 2 AL PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO AREA I2 POLO INDUSTRIALE DI SUD-EST

La proprietà:



IMPRESA TRE COLLI S.P.A.

Via Sandro Pertini 17 - 43036 FIDENZA (PR)
tel.: 0524/524300 - fax: 0524/524767
e-mail: info@impresatrecolli.com

Il promotore:



IMPRESA TRE COLLI S.P.A.

Via Sandro Pertini 17 - 43036 FIDENZA (PR)
tel.: 0524/524300 - fax: 0524/524767
e-mail: info@impresatrecolli.com

Progettista:



R & P ENGINEERING S.r.l.

Via Novi 39 - 15069 - Serravalle Scrivia (AL) ITALIA
T. +39 0143 637098 | F. +39 0143 637101
info@rpe-srl.com | www.rpe-srl.com
PEC: rovedasrl@pec.bbin.it



ARCH. PAOLO MORGAVI

Via Umberto I 38 - 15053 Castelnuovo Scrivia (AL)
tel.: 0143 637098 - fax: 0143 63 7101
e-mail: paolo.morgavi@rpe-srl.com

Dott. Andrea Basso - Geologo

Tecnico incaricato

Ubicazione Intervento:

VIA DELL'AGRICOLTURA - 15067 NOVI LIGURE (AL)

Oggetto Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

Scala Elaborato:

-

Data:

Gennaio 2024

Lingua:

ITA

Note:

-

Codice Elaborato (Nome file .pdf):

1167 MPTC AREA VPEC U 001 CO 00 REL GCL
Commessa Codice Progetto Intervento Fase Settore N° Elaborato All./Parte Rev. Descrizione

ELENCO REVISIONI

N°	Data	Oggetto	Progettato	Redatto	Verificato	Riservato Direttore Tecnico	Approvato
0	Gennaio 2024	Prima Emissione	AB	AB	PM		P. Morgavi
1							
2							
3							
4							

SOMMARIO

1.) PREMESSA	2
2.) UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE.....	2
3.) VINCOLI E QUADRO NORMATIVO.....	3
4.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
4.1.) GEOLOGIA LOCALE	5
5.) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	6
6.) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	7
6.1.) IDROGEOLOGIA LOCALE	8
7.) PROVE IN SITO	9
7.1.) INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	9
7.2.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)	10
8.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
8.1.) ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	14
8.2.) PARAMETRI GEOTECNICI.....	15
9.) CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	16
9.1.) STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	18
9.1.1.) <i>ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE</i>	18
10.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	19

ALLEGATI:

TAV.1 COROGRAFIA (SCALA 1:10.000)

TAV.2 PLANIMETRIA GENERALE_UBICAZIONE PROVE (SCALA 1:2.500)

TAV.3 SEZIONE GEOTECNICA INTERPRETATIVA (SCALA 1:1.000/1:200)

ELABORATO PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

RAPPORTO PROVE MASW

PARAMETRI SISMICI DI SITO

1.) PREMESSA

Il presente elaborato fa seguito all'incarico conferito al sottoscritto geologo Andrea Basso, con studio in Ovada (AL) - Via Lung'Orba Mazzini, 95, iscritto con il n°334/A all'Albo dei Geologi della Regione Piemonte, da parte dall'Impresa Tre Colli s.p.a.

SCOPO DELL'INDAGINE

La seguente relazione contiene i risultati delle indagini geologiche eseguite nei terreni interessati dalla realizzazione delle opere di cui ad oggetto.

Scopo del lavoro è indicare, sulla base dei risultati ottenuti, le principali caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area oggetto dell'intervento, in particolare in merito alle caratteristiche geotecniche dei terreni.

INDAGINI ESEGUITE

- Acquisizione del materiale tecnico professionale e bibliografico relativo all'area oggetto di studio; le considerazioni di carattere tecnico relative alle opere previste si basano su dati cartacei e numerici forniti dal Progettista;
- Esecuzione di n. 3 indagini sismiche di tipo MASW;
- Esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- Digitalizzazione dei dati acquisiti e loro elaborazione, mediante appositi programmi, per la realizzazione di tavole illustrative, per il calcolo delle caratteristiche meccaniche del terreno.

INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto prevede la variante al piano esecutivo convenzionato (PEC) Area12 nel territorio comunale di Novi Ligure (AL).

2.) UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE

L'area soggetta a indagine è situata nel territorio comunale di Novi Ligure (AL) all'interno dell'area industriale "Cipian", ad una quota di circa 215 metri s.l.m.; tale area è cartografata sul Foglio 70 "ALESSANDRIA" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) e sulle sezioni 195020-195060 della Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte.

3.) VINCOLI E QUADRO NORMATIVO

Il presente studio è stato redatto in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente di seguito elencata:

- Decreto 17 gennaio 2018
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, del C.S.LL.PP.
Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- D.G.R. 30 dicembre 2019, n. 6-887
Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)

Per quanto riguarda i vincoli, si fa presente che l'area oggetto di relazione non ricade in zona a tutela idrogeologica ai sensi del R.D. 3267/23, L.R. n. 45/89 e s.m e i.

4.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

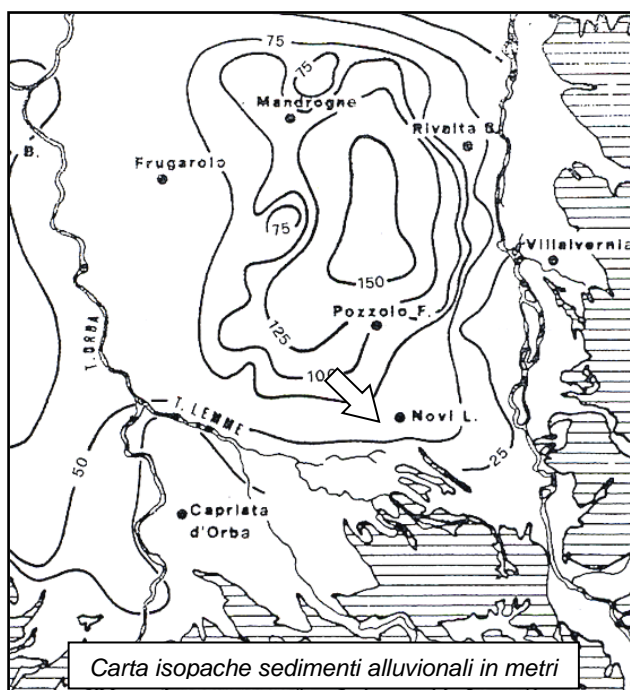
La caratteristica principale dell'area in esame risiede nel fatto che i depositi quaternari di origine continentale, deposti dai vari corsi d'acqua provenienti dai rilievi circostanti poggiano su un substrato, costituito da terreni di origine marina di età terziaria e conformato a bacino asimmetrico, allungato in direzione NW-SE; localmente tale substrato è rappresentato dalla seguente successione geologica (dalla più recente alla più antica):

- Sabbie di Asti (Pliocene superiore-medio);
- Argille di Lugagnano (Pliocene);
- Conglomerati di Cassano Spinola (Pliocene inferiore – Messiniano);
- Formazione Gessoso Solifera (Messiniano);
- Marne di Sant'Agata Fossili (Messiniano- Tortoniano);
- Arenarie di Serravalle (Serravalliano);

Tali formazioni costituiscono la sequenza terminale del bacino Terziario Piemontese.

Il Bacino Terziario Piemontese si presenta come un'ampia depressione a sinclinale addossata all'Appennino Ligure, a Sud, e limitata a Nord dalla Collina di Torino, dallo Sperone di Tortona e dal margine della Pianura Padana. Si tratta di una sequenza di depositi marini, di riempimento di una vasta area, che, per effetto della subsidenza della zona settentrionale e del pulsare della catena alpina, presenta un tipico assetto monoclinale con immersione nord ed attenuazione delle pendenze verso la piana alessandrina. In questo settore, a causa dell'elevata subsidenza iniziata nel Pliocene e proseguita anche se con intensità decrescente fino al Quaternario Recente, la successione marina pliocenica raggiunge lo spessore di 2000 metri.

In conseguenza di quanto sopra esposto il substrato ha così assunto una conformazione ad "imbuto" con la parte maggiormente depressa ubicata a SE della città di Alessandria, all'incirca tra le località di Spinetta Marengo, Frugarolo, Pozzolo Formigaro e Mandrogne; sora il substrato si è depositato una sequenza di depositi alluvionali che in alcuni punti supera i 150 metri di spessore, mentre nell'area oggetto di indagine lo spessore dei depositi alluvionali è indicato da diverse fonti bibliografiche in circa 50-60 metri (vedi figura).



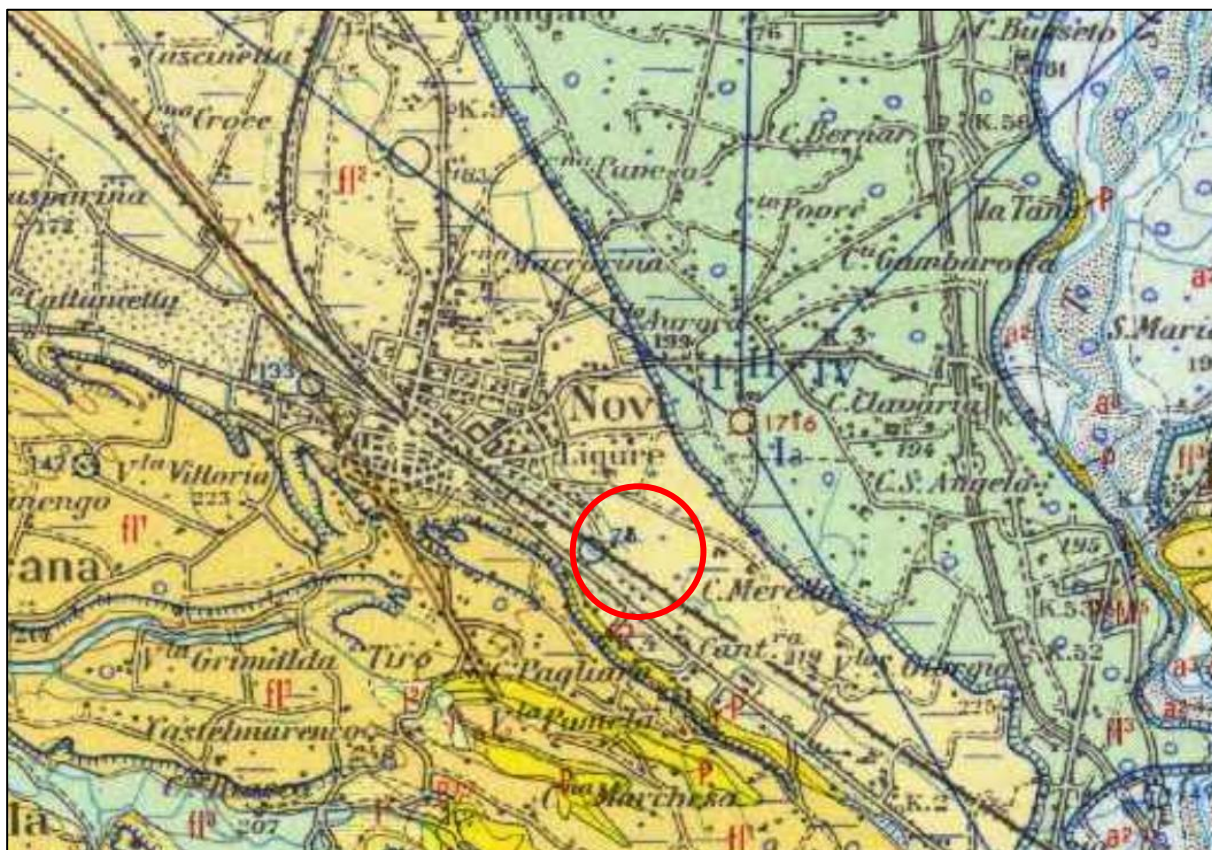
4.1.) GEOLOGIA LOCALE

Nell'area è presente una sequenza sedimentaria quaternaria attribuita all'unità denominata "*Fluviale medio*" sulla Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), F° 70 "ALESSANDRIA" di cui se ne riporta uno stralcio; tale attribuzione è stata confermata anche dai rilievi diretti eseguiti in loco.

In generale il "*Fluviale medio*" è costituito da alluvioni prevalentemente medio-fini (sabbioso-siltoso-argillose) anche se non mancano zone caratterizzate da granulometria più grossolana, in superficie è generalmente presente un orizzonte di alterazione di colore giallastro.

Il rilevamento degli affioramenti presenti nelle vicinanze ha consentito di valutare le caratteristiche litologiche locali della Formazione; in superficie è presente una sottile coltre di alterazione costituita in prevalenza da limi argilloso-sabbiosi, a cui seguono depositi alluvionali limoso-argillosi ed infine vi è la presenza della porzione sommitale del substrato marnoso-argillitico riferibile alla *Formazione delle Argille di Lugagnano*.

In generale lo spessore dell'orizzonte di alterazione è sempre limitato, raramente supera i 2-3 metri, mentre localmente il substrato marnoso-argillitico risulta essere presente ad una profondità di circa 7 metri da piano campagna.



5.) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio in cui si inserisce l'area in oggetto presenta morfologia pianeggiante ed è compreso nella porzione sud-orientale della vasta pianura alessandrina che costituisce la terminazione occidentale della Pianura Padana, ad una quota di circa 215 metri s.l.m.

Significativo, dal punto di vista morfologico, è il fatto che le superfici terrazzate nell'ambito della pianura alessandrina presentano una caratteristica convergenza verso la zona di Alessandria, inoltre le scarpate risultanti dai fenomeni di terrazzamento sono molto pronunciate ai margini della pianura, dove affiorano le alluvioni più antiche (come risulta ben evidente circa 500 m a sudovest dell'area oggetto di indagine), mentre tendono a ridursi, fino a scomparire, nella parte centrale in corrispondenza dei depositi più recenti. Si tratta quindi di scarpate di terrazzi convergenti, nei quali il ripiano superiore risulta essere più inclinato di quello inferiore.

L'area interessata dal progetto è quindi situata in una zona pianeggiante ai margini della pianura alluvionale. La conformazione attuale va ricondotta all'attività agricola e in generale all'attività antropica che ha comportato la regolarizzazione della morfologia superficiale. Quest'area si trova all'interno dei depositi alluvionali classificati come *Fluviale Medio*, poche centinaia di metri in direzione sudovest vi è un terrazzo che li separa dai depositi fluviali antichi, mentre circa 500 in direzione nordest vi è il terrazzo che li separa dai depositi alluvionali più recenti.

L'area in oggetto non risulta interessata dalla dinamica delle acque superficiali, mentre la morfologia pianeggiante esclude a priori la presenza di qualsiasi tipologia di dissesto di natura gravitativa.

6.) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Come riportato in precedenza, l'area in oggetto si trova nella zona meridionale della pianura alessandrina; zona caratterizzata dalla presenza delle alluvioni riferibili al *Fluviale Medio*, la citata convergenza delle varie paleosuperfici verso il centro della pianura assume un notevole significato idrogeologico in quanto non solo ha permesso la conservazione di sedimenti antichi al di sotto di altri più recenti, ma condiziona anche l'andamento dei flussi idrici sotterranei e lo sviluppo verticale dei depositi alluvionali.

Dal punto di vista della permeabilità, le formazioni alluvionali affioranti nella pianura alessandrina possono essere così caratterizzate:

- *Fluviale e Fluvio-lacustre Antichi*, con coltre di alterazione spinta anche in profondità e copertura loessica: permeabilità da bassa a nulla;
- *Fluviale Medio*, con sviluppata coltre di alterazione e copertura loessica: permeabilità da bassa a nulla in superficie, tendente ad aumentare con la profondità;
- *Fluviale Recente*: con esigua coltre di alterazione superficiale: permeabilità bassa in superficie, generalmente elevata in profondità;
- *Fluviale Recente ed Alluvioni Postglaciali* indistinti: permeabilità variabile;
- *Alluvioni Postglaciali ed Alluvioni Attuali*: permeabilità generalmente elevata;

All'interno dei suddetti terreni, la formazione e lo sviluppo spaziale di corpi acquiferi, sono condizionati dalle dimensioni e dalla continuità dei diaframmi impermeabili e/o semipermeabili, nonché dalla configurazione morfologico-strutturale del basamento marino sul quale poggiano i depositi continentali.

In questo contesto idrogeologico si può riconoscere, al di sotto del piano campagna, una prima falda, presente pressoché su tutta la pianura e la cui soggiacenza in linea di massima diminuisce procedendo dalla periferia verso i principali assi drenanti evidenziando una diretta correlazione della stessa con le falde di subalveo dei principali corpi idrici superficiali in particolare i torrenti Scrivia e Orba.

Al di sotto della prima falda sono presenti orizzonti acquiferi, generalmente in pressione, il cui numero e la cui consistenza variano passando dalle zone periferiche a quelle centrali nella pianura alessandrina, in linea di massima con aumento di produttività dalla periferia verso il centro.

Per quanto riguarda l'andamento della superficie piezometrica esso presenta un assetto centripeto vergente a ovest-nordovest, concorde con quello dei corsi d'acqua principali, con il gradiente che decresce gradualmente dai margini della pianura verso il centro, tale andamento risulta inoltre influenzato dalla presenza di elementi morfologici, quale l'alto (strutturale o morfologico) del substrato marino lungo la direttrice Capriata d'Orba – Fresonara – Frugarolo che viene a costituire uno spartiacque sotterraneo che non ha riscontro in superficie.

Gli acquiferi più profondi, pertanto vengono a essere variamente interessati da strutture che obbligano i loro flussi idrici a deviazioni più o meno accentuate verso occidente tra Orba e Bormida e verso oriente tra Orba e Scrivia.

Per quanto riguarda le modalità di ricarica gli acquiferi freatici in questione risultano alimentati in diversi modi: per infiltrazione diretta delle acque meteoriche dove sono presenti in superficie litotipi permeabili e/o semipermeabili; un'altra via di ricarica è rappresentata dai numerosi canali e rogge, in particolare nella zona Predosa-Fugarolo-Marengo, che non avendo alvei impermeabilizzati permettono l'infiltrazione di cospicue quantità d'acqua.

La ricarica più importante, tuttavia, sembra essere dovuta all'infiltrazione delle acque di subalveo dei principali corpi idrici superficiali che attraversano l'area.

6.1.) IDROGEOLOGIA LOCALE

Nel contesto idrogeologico precedentemente descritto l'area in oggetto si trova in una zona caratterizzata dalla presenza in superficie di alluvioni medio-fini, legate a processi di sedimentazione a bassa energia.

L'acquifero è pertanto rappresentato da orizzonti a granulometria medio-fine che costituiscono la base della sequenza alluvionale e che ospitano talora piccole falde confinate.

Localmente la quota della superficie piezometrica della prima falda si stabilizza mediamente intorno ai 207-210 m slm, da ciò deriva una soggiacenza (differenza tra la quota della superficie topografica e quella dell'acquifero) variabile a seconda delle stagioni ma normalmente compresa tra i 5 e i 7 metri con una direzione verso nordovest e un gradiente locale stimabile in base alla letteratura in circa 5×10^{-3} .

L'alimentazione di questo acquifero è legata principalmente all'apporto della falda del torrente Scrivia, non a caso la direzione della falda stessa è coerente con l'andamento del corso d'acqua stesso.

7.) PROVE IN SITO

Al fine di fornire un'esaustiva conoscenza del sito in oggetto è stata condotta una campagna di indagini geognostiche (geotecniche e geofisiche), mirata in particolare alla valutazione dell'assetto stratigrafico e delle caratteristiche geotecniche dei terreni caratterizzanti l'area.

In particolare nell'area sono state effettuate:

- n.3 indagini sismiche di tipo MASW.
- n.6 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH;

I risultati completi e l'ubicazione delle indagini sono riportati in allegato alla presente relazione.

7.1.) INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

La metodologia geofisica indiretta può essere un importante approccio al fine di correlare le informazioni puntuali ricavate da prove dirette con i valori di velocità delle onde sismiche consentendo una buona caratterizzazione stratigrafica dei terreni presenti nell'area di intervento.

Sono stati pertanto eseguiti n.3 profili sismici con metodologia MASW per la determinazione della velocità V_{SEQ} necessaria alla classificazione sismica del sito.

Nello specifico sono stati utilizzati stendimenti a 24 canali, con interdistanza geofonica pari a 1,5 metri; l'ubicazione della prova e la descrizione di dettaglio della metodologia e dei risultati sono riportate in allegato.

Le misure sperimentali sono state elaborate per mezzo dello specifico programma di interpretazione che elabora un modello monodimensionale di velocità nel sottosuolo che soddisfa i valori misurati; di seguito viene sintetizzata la stratigrafia sismica ottenuta:

MASW1:

- Fino a 2 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 280 m/s;
- Tra 2 metri e 4 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 300 m/s;
- Tra 4 metri e 10 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 270-280 m/s;
- Tra 10 metri e 13 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 340 m/s;
- Oltre 13 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s superiori ai 420 m/s.

MASW2:

- Fino a 3 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 230-250 m/s;
- Tra 3 metri e 5 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 300 m/s;
- Tra 5 metri e 8 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 220 m/s;
- Tra 8 metri e 11 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 300 m/s;
- Oltre 11 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s superiori ai 350 m/s.

MASW3:

- Fino a 1 metro circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 260 m/s;
- Tra 1 metri e 3 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 300 m/s;
- Tra 3 metri e 5 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 260 m/s;
- Tra 5 metri e 11 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s di 320 m/s;
- Oltre 11 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità V_s superiori ai 380 m/s.

Dall'interpretazione dell'indagine sismica di tipo MASW è stato possibile calcolare il V_{s30} necessario per la classificazione sismica ai sensi della normativa NTC2018 (tabella 3.2.II), ricadente in **classe C** in quanto $V_{sEQ} = 353 - 330 - 345$ m/s.

7.2.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica viene condotta mediante una strumentazione media di produzione Pagani, della quale si sintetizzano le caratteristiche principali:

<i>Peso maglio:</i>	<i>63,5 kg</i>
<i>Altezza di caduta maglio:</i>	<i>75 cm</i>
<i>Lunghezza aste:</i>	<i>1,0 m</i>
<i>Peso aste:</i>	<i>6,4 kg</i>
<i>Area punta:</i>	<i>20 cmq</i>
<i>Angolo apertura punta:</i>	<i>90°</i>

Le prove consistono nell'introdurre nel terreno una punta a cono posta all'estremità di una batteria di aste mediante battitura alla testa dell'ultima asta da parte di un maglio di peso noto che cade da un'altezza costante. L'infissione avviene per tratti consecutivi di 20 cm misurando il numero di colpi (N_{20}) necessari. La resistenza opposta dai terreni sciolti alla penetrazione della punta conica è funzione delle caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni attraversati. Pertanto, l'interpretazione dell'istogramma (numero di colpi/profondità) permette di ottenere oltre che la stratigrafia di massima anche informazioni puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati.

DESCRIZIONE DELLE PROVE DINAMICHE

Le prove sono state condotte in modo tale da ottenere una corretta ricostruzione stratigrafica e una adeguata comprensione delle caratteristiche dei materiali. La profondità massima raggiunta è stata di circa 10,00 metri da piano campagna ed ha interessato le coperture superficiali, i depositi alluvionali ed infine la porzione superiore del substrato alterato. Durante l'esecuzione della prova non si è riscontrata la presenza di acqua.

La tabella esposta a pagina seguente sintetizza la stratigrafia e le profondità d'indagine raggiunta durante le prove.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH1</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 1,40 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
1,40 m - 2,60 m	A₀	Sabbie limoso-argillose mediamente addensate (depositi alluvionali)
2,60 m - 6,20 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
6,20 m - 9,20 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
9,20 m - 9,60 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH2</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 0,60 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
0,60 m - 2,60 m	A₀	Sabbie limoso-argillose mediamente addensate (depositi alluvionali)
2,60 m - 6,20 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
6,20 m - 9,20 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
9,20 m - 9,80 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH3</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 0,80 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
0,80 m - 2,20 m	A₀	Sabbie limoso-argillose mediamente addensate (depositi alluvionali)
2,20 m - 5,60 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
5,60 m - 8,20 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
8,20 m - 8,80 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH4</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 0,60 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
0,60 m - 6,00 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
6,00 m - 8,00 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
8,00 m - 8,60 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH5</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 0,60 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
0,60 m - 1,60 m	A₀	Sabbie limoso-argillose mediamente addensate (depositi alluvionali)
1,60 m - 5,60 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
5,60 m - 7,80 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
7,80 m - 8,20 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA <u>DPSH6</u>		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 0,40 m	R₀	Materiali eterogenei (riporti/terreno rimaneggiato)
0,40 m - 2,00 m	A₀	Sabbie limoso-argillose mediamente addensate (depositi alluvionali)
2,00 m - 6,80 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti (depositi alluvionali)
6,80 m - 8,00 m	A₂	Argille limose molto consistenti (coltre di alterazione)
8,00 m - 8,20 m (fine prova)	B_A	Substrato alterato e fratturato

INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

I valori di resistenza dinamica R_{PD} sono ricavati in funzione delle masse mobili e fisse del penetrometro e del numero medio di colpi N_{SPT} mediante la "formula degli Olandesi":

$$R_{PD} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M+P)] = M^2 \cdot H \cdot N_{SPT} / [A \cdot \delta \cdot (M+P)]$$

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove SPT (Standard Penetration Test), occorre applicare una correzione ai risultati delle prove DPSH, per tenere conto delle diverse modalità esecutive.

$$N_{SPT} = C_f N_{20}$$

dove C_f è un parametro correttivo sulla base delle differenti modalità esecutive (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) indispensabile per rapportare il numero di colpi dell'SPT con quelli del dinamico continuo effettivamente utilizzato:

$$C_f = \frac{M_1 \cdot H_1 \cdot Pl_1 \cdot Ap_1}{M_2 \cdot H_2 \cdot Pl_2 \cdot Ap_2}$$

Il coefficiente di correlazione del penetrometro utilizzato è il seguente:

$$N_{SPT} = 1,47 N_{20}$$

I parametri geotecnici calcolabili per terreni attraverso correlazioni dirette con il valore di N_{SPT} sono i seguenti:

- *angolo di resistenza al taglio* φ
- *densità relativa* $Dr(\%)$

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio è stato ricavato con la relazione Shioi-Fukuni (1982):

$$\varphi = \sqrt{15 N_{SPT}} + 15$$

La *densità relativa* può essere determinata in via qualitativa con Terzaghi & Peck (1948) ed in via quantitativa dalla correlazione di Gibbs & Holtz (1957):

$$Dr\% = 21 \sqrt{\frac{N_{SPT}}{\sigma + 0,7}}$$

dove σ è la pressione litostatica a metà strato.

Inoltre, per i terreni coesivi, i valori di N_{SPT} consentono una stima della coesione non drenata C_u . Per argille mediamente plastiche o argille sabbiose è possibile utilizzare la correlazione di Terzaghi & Peck:

$$C_u \text{ (kg/cmq)} = 0,067 * N_{SPT}$$

Nella tabella seguente vengono riassunti i valori medi di N_{SPT} riscontrati dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nella zona di progetto.

ORIZZONTE	VALORI MEDI N_{SPT}
R₀	>20
A₀	11,8
A₁	5,1
A₂	19,0
B_A	>40

8.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dal confronto tra le informazioni ottenute con il rilevamento ed i riscontri bibliografici è stato possibile ottenere una caratterizzazione dei terreni interessati dall'intervento.

8.1.) ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Facendo la premessa che vista la riconosciuta eterogeneità dei sedimenti alluvionali presenti, la seguente ricostruzione ha validità generale, e che puntualmente vi possono essere delle differenze rispetto al modello ipotizzato, l'assetto litostratigrafico locale può essere sintetizzato come segue:

- a) Orizzonte R_0 : (riporti/terreno rimaneggiato) orizzonte superficiale costituito prevalentemente da materiali a granulometria eterogenea da addensato a molto addensato. Lo spessore è di circa 0,50-1,50 metri.
- b) Orizzonte A_0 : (depositi alluvionali) orizzonte costituito da materiali a granulometria medio-fine (sabbie limoso-argillose) mediamente addensate. Lo spessore è di circa 1,00-2,00 metri.
- c) Orizzonte A_1 : (depositi alluvionali) orizzonte costituito da materiali a granulometria fine (limi argilloso-sabbiosi) moderatamente consistenti. Lo spessore è di circa 3,00-5,50 metri.
- d) Orizzonte A_2 : (coltre di alterazione del substrato) orizzonte costituito da materiali a granulometria fine (argille limose) molto consistenti. Lo spessore è di circa 1,00-3,00 metri.
- e) Orizzonte B_A : (substrato alterato) orizzonte costituito da materiali a granulometria fine (argille marnoso-sabbiose) estremamente consistenti, rappresentanti la porzione superiore alterata del substrato pliocenico.

8.2.) PARAMETRI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica dei materiali deriva dai risultati dei rilievi eseguiti e da dati bibliografici riferibili a prove in sito e di laboratorio su campioni ben assimilabili a quelli in oggetto. Di seguito si riportano i parametri geotecnici minimi e medi degli orizzonti litostratigrafici descritti in precedenza.

ORIZZONTE GEOTECNICO R_0

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	30-31° *
coesione drenata	c'	=	0 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	0 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	20-30 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO A_0

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	27-28° *
coesione drenata	c'	=	2-3 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	50-60 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	30-40 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO A_1

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	25-26° *
coesione drenata	c'	=	0-2 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	20-30 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	40-50 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO A_2

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	26-27° *
coesione drenata	c'	=	5-10 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	80-100 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	20 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	50-60 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO B_A

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	26-27° *
coesione drenata	c'	=	10-20 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	100-150 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	21 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	60-70 %
* condizioni drenate			

9.) CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'area oggetto del presente studio, sita nel Comune di Novi Ligure, è stata classificata come zona a grado 4 ai sensi dell'*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, aggiornata con *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006*, è stata classificata in zona 3 anche ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).

La normativa prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della medesima. Sono quindi state identificate 5 classi, A, B, C, D ed E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Per il calcolo dell'azione sismica, gli elementi necessari sono i seguenti:

- categoria di suolo di fondazione
- condizioni topografiche
- Classe d'uso opera e Vita nominale opera
- Parametri sismici di sito (T_r , a_g , F_o , T_c^*)

DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione fisica e geotecnica, si considera la velocità media delle onde di taglio al di sopra del bedrock sismico (V_{seq}); la parametrizzazione delle velocità caratteristiche di questi terreni è stata ottenuta sulla base delle prove MASW realizzate in sito. I valori riscontrati permettono di collocare il bedrock sismico a profondità superiore ai 30 metri, pertanto la V_{seq} corrisponde alla V_s dei primi 30 metri che nel sito di interesse ricade in **Categoria di suolo C** ($V_{seq}=353-330-345$ m/s).

estratto da tabella 3.2.II - NTC 18

Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

DETERMINAZIONE DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

estratto da tabella 3.2. III - NTC 18

Categoria	Descrizione
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'OPERA

Al fine di poter effettuare le verifiche di sicurezza è necessario definire anche la vita nominale dell'opera e, in presenza di azioni sismiche, la classe d'uso con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, di seguito si riportano i valori considerati.

estratto da tabella 2.4.I - NTC 18

TIPI DI COSTRUZIONE		Valori minimi di V_N (in anni)
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni d'emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI DI SITO

I parametri sismici di sito sono stati calcolati, inserendo le coordinate geografiche medie del sito, la classe d'uso della costruzione, la vita nominale della costruzione per mezzo di un apposito software che utilizza come base di dati il reticolo di riferimento nazionale.

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri calcolati per i diversi stati limite.

- V_r: periodo di riferimento della costruzione
- T_r: periodo di ritorno evento sismico
- a_g: accelerazione di riferimento del terreno
- F_o: fattore di amplificazione spettrale massima
- T_c*: periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante

In allegato si riportano i dati completi riferiti al sito.

9.1.) STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Le NTC richiedono di verificare che il sito sul quale è ubicato il nuovo manufatto risulti stabile nei confronti della liquefazione. Si definisce liquefazione, la riduzione di resistenza e/o rigidità causata durante il sisma, dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulli. Ciò può avvenire e nei depositi di sabbie fini sciolte quando, sotto l'azione dei carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua dei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè fino a quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. Di seguito si riportano le condizioni di esclusione dalla verifica di liquefazione così come indicate sulle NTC18.

9.1.1.) ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

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 $q_{c1N} > 180$ 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 q_{c1N} 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 Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso in oggetto le accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero (SLV) sono pari $a_g = 0,089$ g quindi minori di 0,1 g, pertanto si esclude la condizione di liquefazione.

10.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

A seguito di quanto esposto si può affermare che l'area interessata dall'intervento in progetto, sita nel Comune di Novi Ligure (AL) all'interno dell'area industriale "Cipian", risulta caratterizzata da morfologia pianeggiante e dalla presenza di depositi alluvionali a granulometria in prevalenza medio-fine (sabbie e argille e argille limose) in superficie e a granulometria fine in profondità (argille limose), con diverso grado di addensamento, i quali sovrastano il substrato pliocenico argilloso-marnoso-sabbioso, rinvenuto a circa 9-10 metri di profondità dal piano campagna.

Tenuto conto della stratigrafia rilevata, si dovrà porre particolare attenzione durante tutte le fasi di scavo al fine di evitare rischi di smottamento delle superfici di neoformazione; a tale scopo, anche in considerazione degli elevati sviluppi verticali dei fronti di scavo a progetto, dovranno essere scelte idonee modalità esecutive nonché mezzi atti all'immediato allontanamento delle eventuali acque di infiltrazione, dovranno inoltre essere previste opere provvisorie e/o definitive di sostegno. Si consiglia infine di coprire con teli impermeabili le superfici di scavo per evitare che eventi meteorici improvvisi possano provocare fenomeni di smottamento.

In fase di progettazione definitiva dovrà essere valutata attentamente la tipologia di fondazione in relazione alle strutture che dovranno essere realizzate.

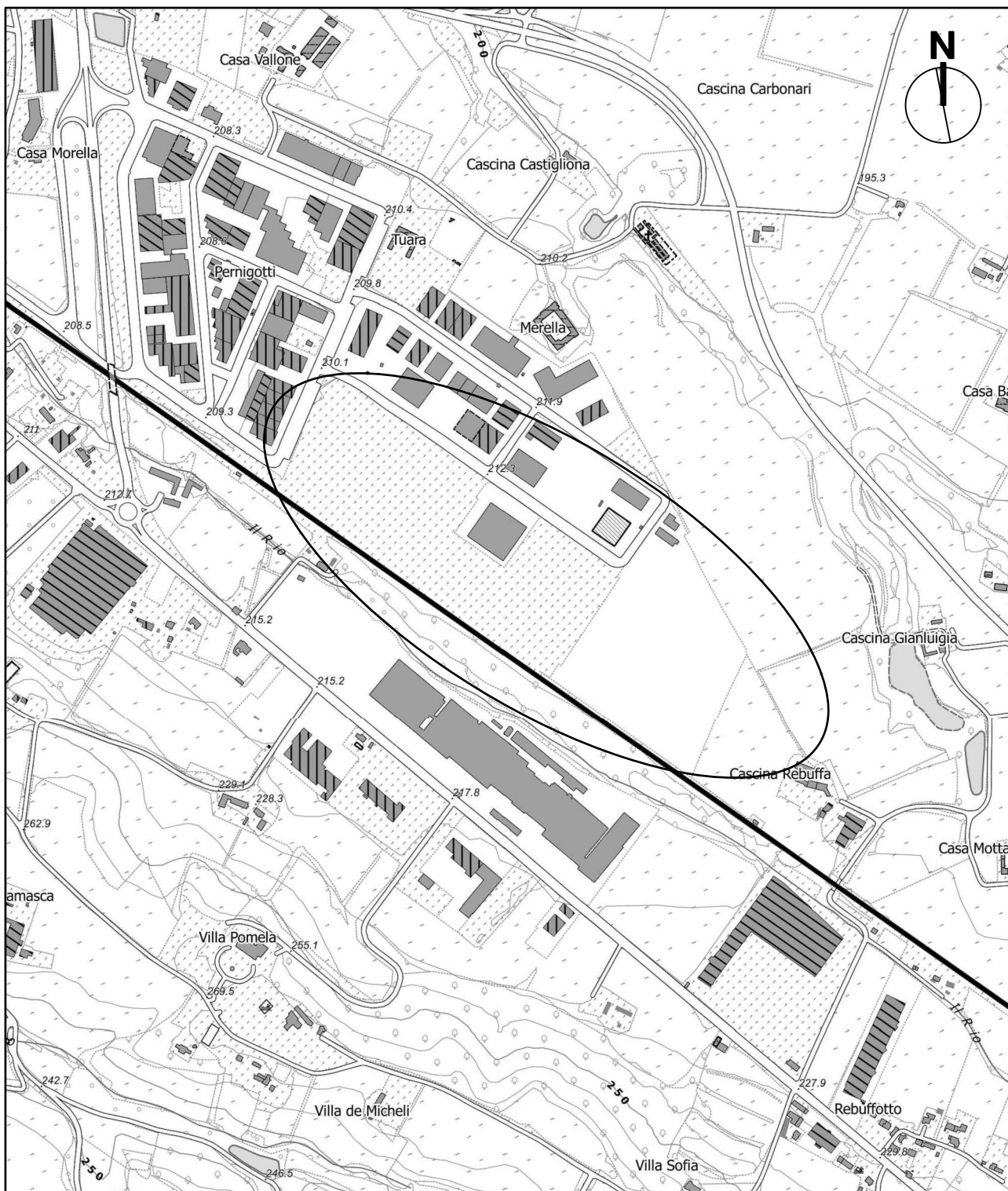
Nonostante la morfologia pianeggiante e l'assenza di corsi d'acqua superficiali che possano interferire con l'area oggetto di intervento, andrà realizzata una corretta regimazione delle acque superficiali al fine di smaltire correttamente gli afflussi meteorici.

Con le suddette indicazioni e a condizione che le opere vengano realizzate seguendo le buone regole dell'arte si ritiene il sito idoneo a recepire quanto previsto dal progetto.

Ovada, gennaio 2024

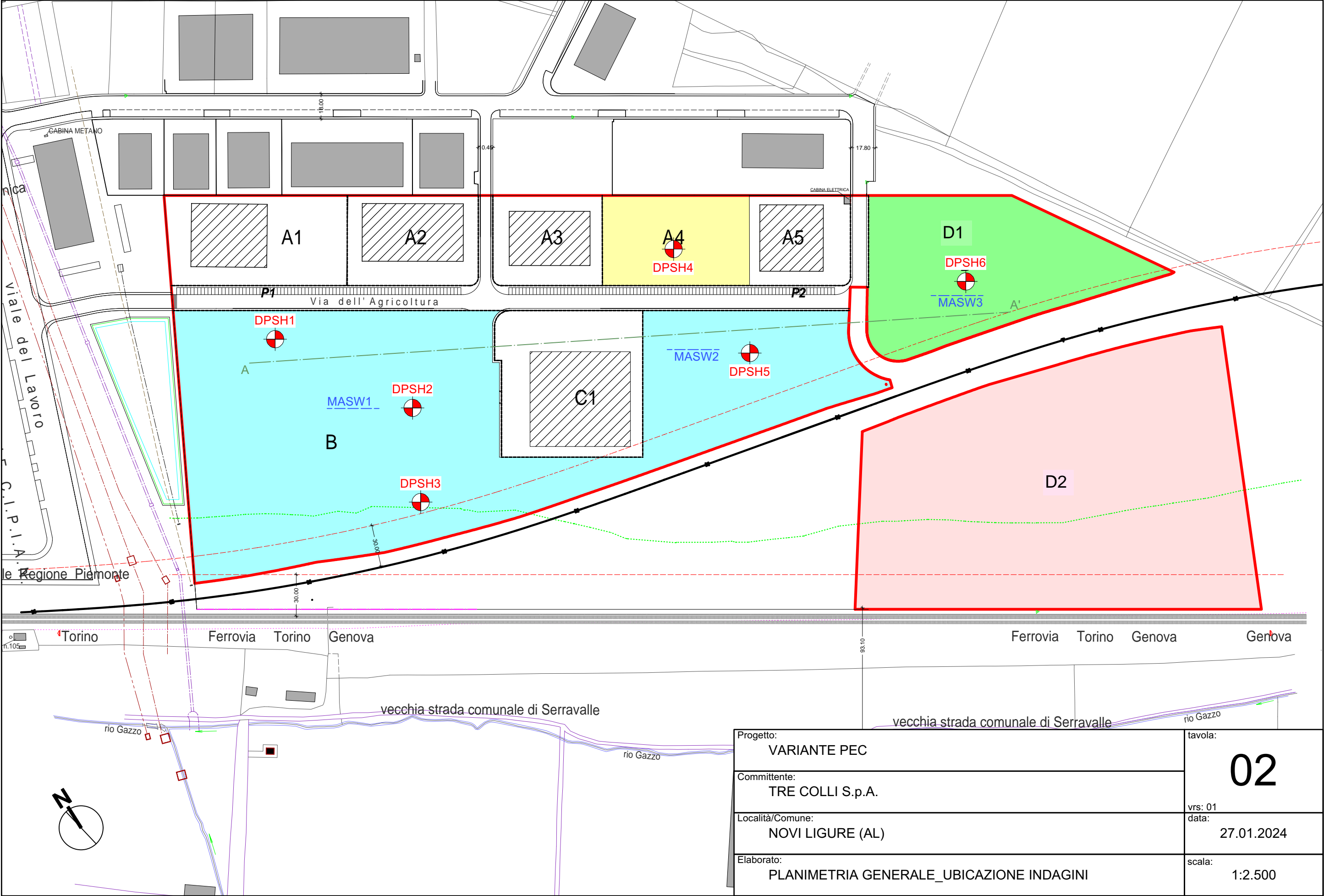


Andrea Basso geologo



Progetto: VARIANTE PEC	tavola: 01
Committente: TRE COLLI S.p.A.	vrs: 01
Località/Comune: NOVI LIGURE (AL)	data: 27.01.2024
Elaborato: COROGRAFIA_STRALCIO BDTRE 195020-195060	scala: 1:10.000

Andrea Basso geologo - Ovada



Progetto: VARIANTE PEC	tavola: 02
Committente: TRE COLLI S.p.A.	
Località/Comune: NOVI LIGURE (AL)	vrs: 01 data: 27.01.2024
Elaborato: PLANIMETRIA GENERALE_UBICAZIONE INDAGINI	scala: 1:2.500

Andrea Basso geologo - Ovada

nordovest

SEZ - A-A'

sudest

A

A'

m s.l.m.

220

218

216

214

212

210

208

206

204

202

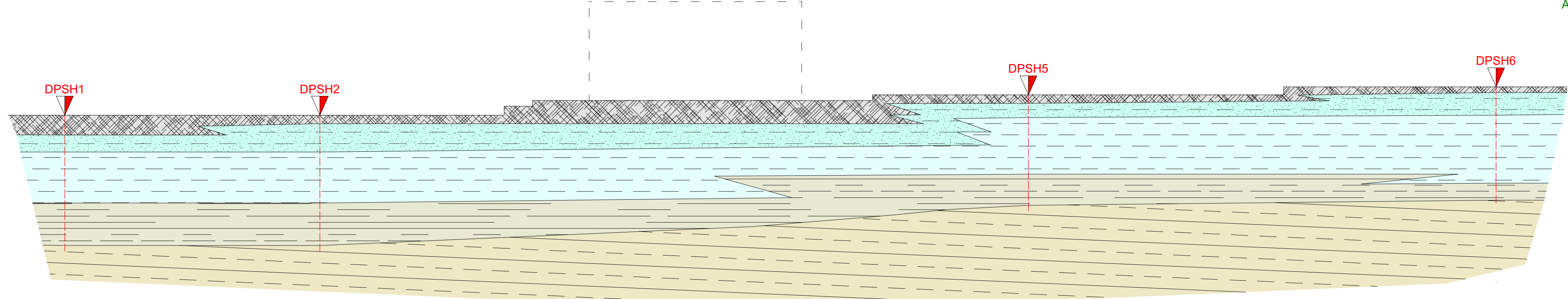
200

198






196

194

192



LEGENDA

-  Riporti/Terreno rimaneggiato (R_0)
-  Depositi alluvionali sabbioso-limosi (A_0)
-  Depositi alluvionali limoso-sabbiosi (A_1)
-  Coltre di alterazione del substrato argilloso-limosa (A_2)
-  Substrato pliocenico alterato argilloso-marnoso (B_A)

1:200

1:1.000

Progetto: VARIANTE PEC	tavola: 03
Committente: TRE COLLI S.p.A.	
Località/Comune: NOVI LIGURE (AL)	vrs: 01 data: 27.01.2024
Elaborato: SEZIONE GEOTECNICA INTERPRETATIVA_A-A'	scala: 1:1.000/1:200

Risultati delle analisi MASW_1

Autore: Andrea Basso geologo
Sito: Novi Ligure (AL)
Data: 27/01/2024

Redatto da MASW
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:.....1.5m
Numero di campioni temporali2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

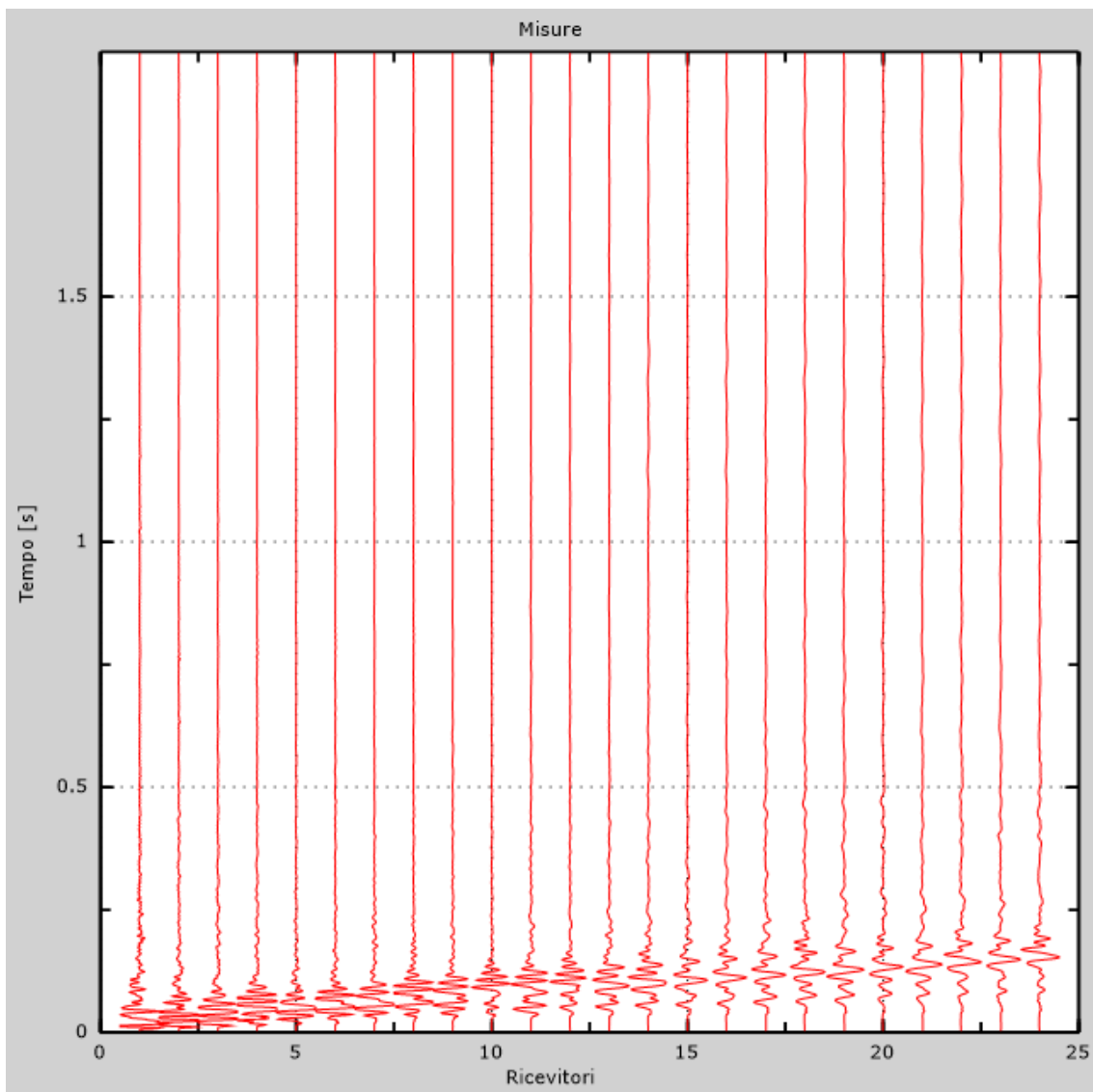


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70Hz

Frequenza iniziale 2Hz

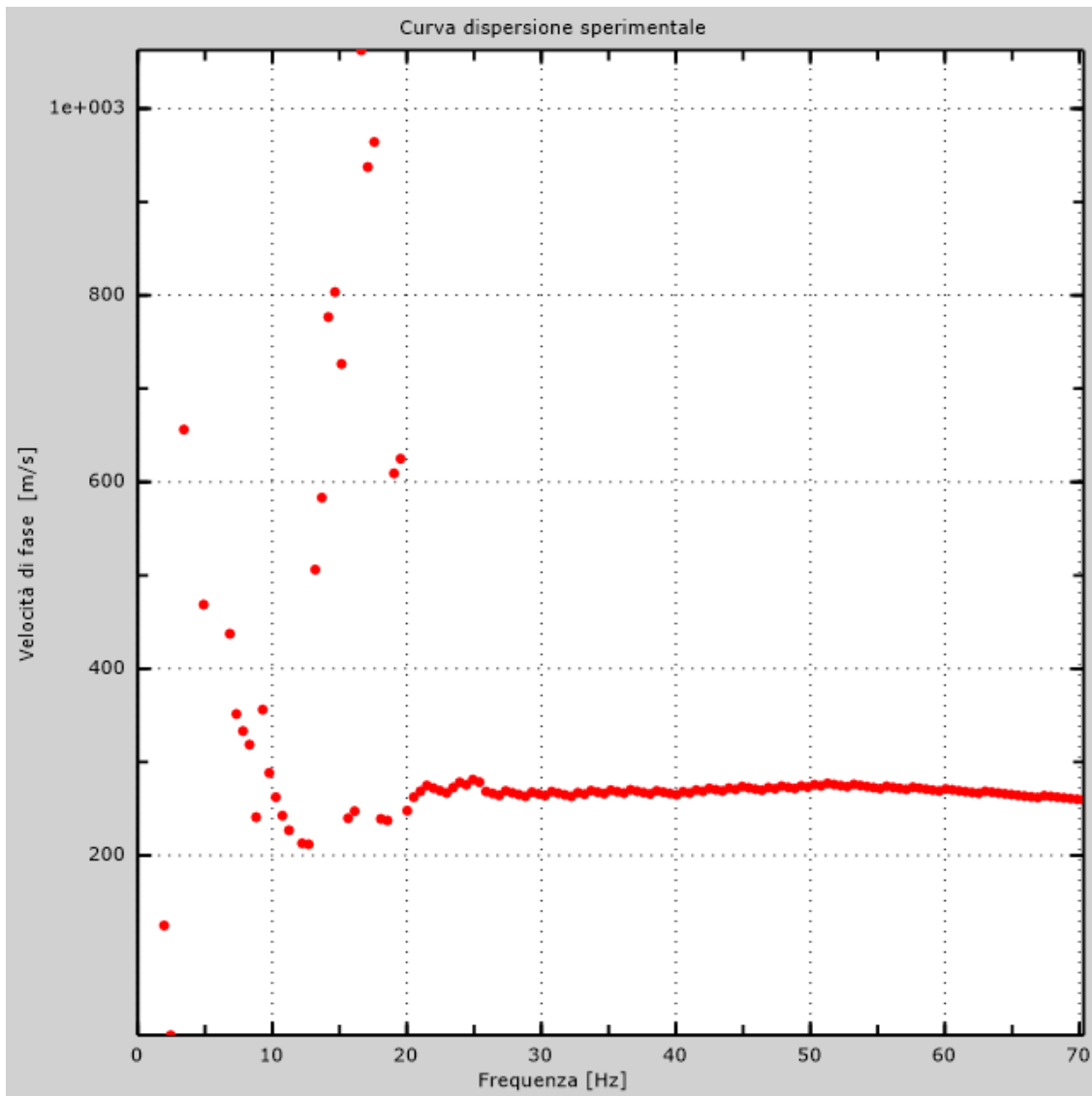


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori..... 12
Numero di campioni temporali3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

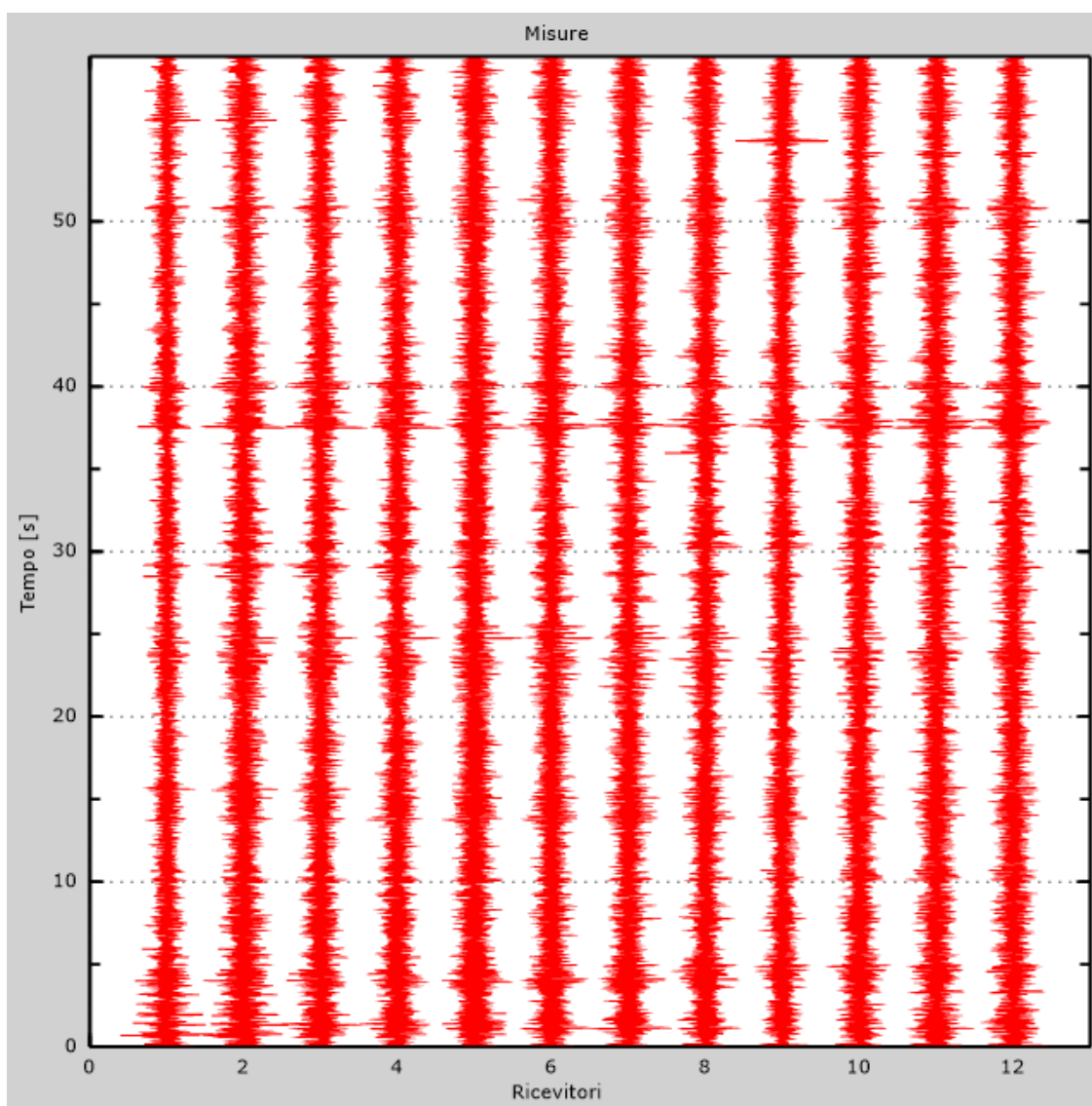


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.78357	369.206	292.593	445.819
9.83683	301.787	234.367	369.206
11.311	249.69	209.851	289.529
15.7227	241.5	217.35	265.65
22.6074	268.786	241.907	295.664
26.0498	267.834	241.051	294.618
29.4922	267.11	240.399	293.821
32.9346	266.539	239.885	293.193
36.377	268.63	241.767	295.493
39.8193	265.699	239.129	292.269
43.2617	269.689	242.72	296.658
46.7041	271.733	244.56	298.906
50.1465	275.089	247.58	302.598
53.5889	275.296	247.766	302.825
57.0312	271.042	243.938	298.146
60.4736	270.495	243.446	297.545
63.916	267.071	240.364	293.778
67.3584	263.935	237.541	290.328

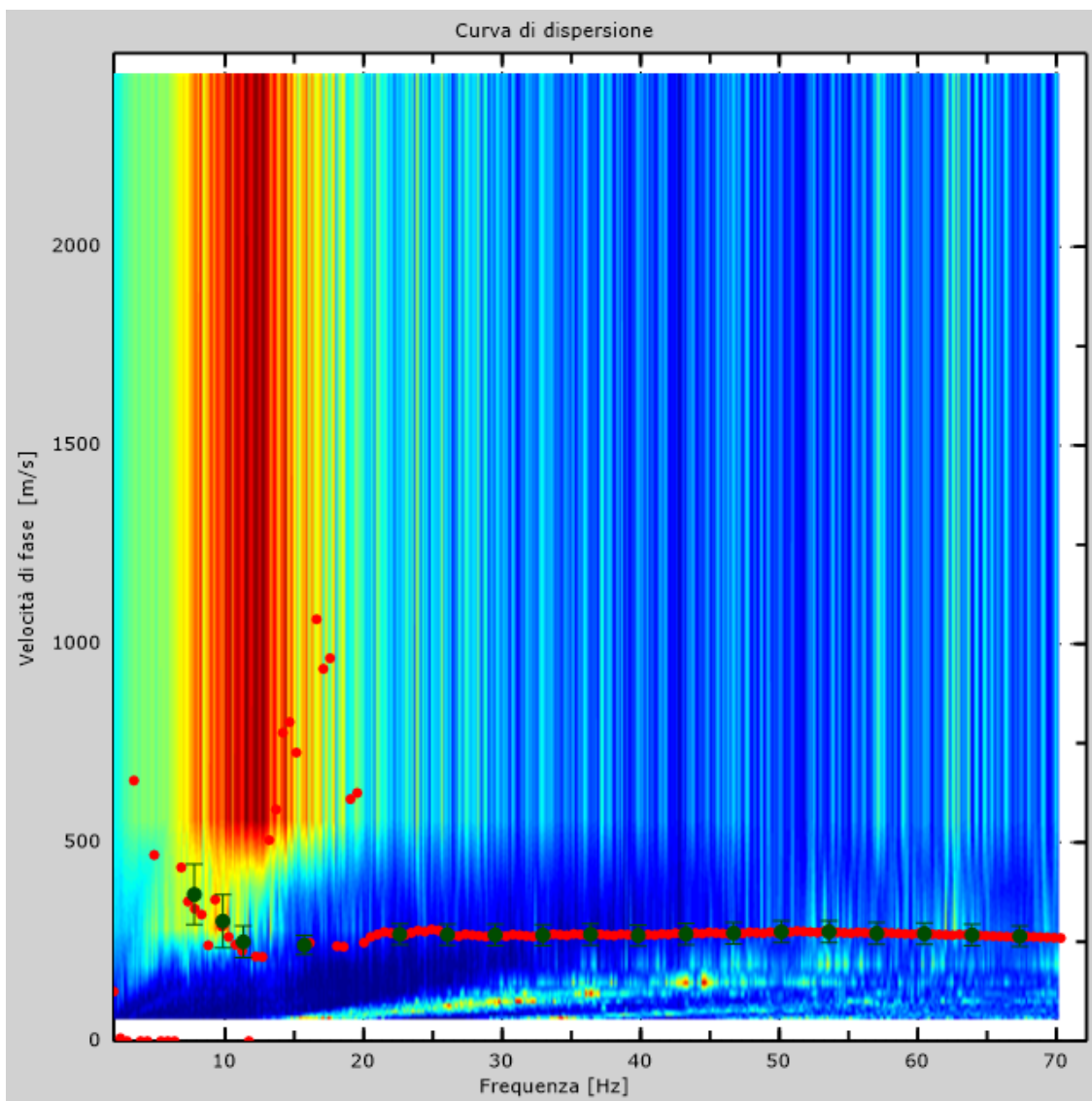


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Spaziatura ricevitori	1.5m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m].....	2
z [m].....	-2
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.35
Vs [m/s].....	280
Vp [m/s]	583

Strato 2

h [m].....	2
z [m].....	-4
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s].....	300
Vp [m/s]	596

Strato 3

h [m].....	3
z [m].....	-7
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s].....	270
Vp [m/s]	536

Strato 4

h [m].....	3
z [m].....	-10
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	280
Vp [m/s]	524

Strato 5

h [m].....	3
z [m].....	-13
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	340
Vp [m/s]	636

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-oo
Densità [kg/m ³].....	2000
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	420
Vp [m/s]	786

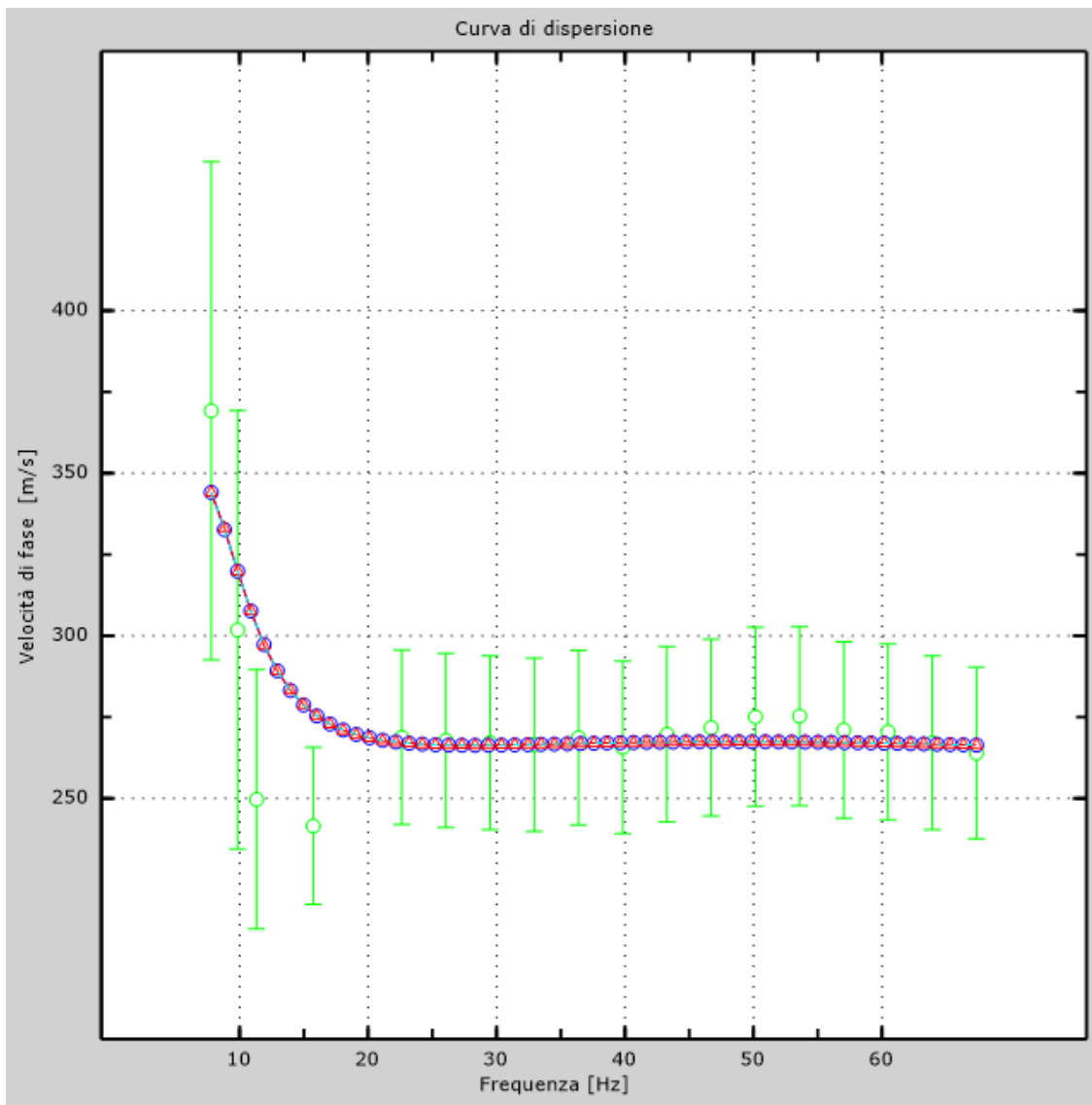


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

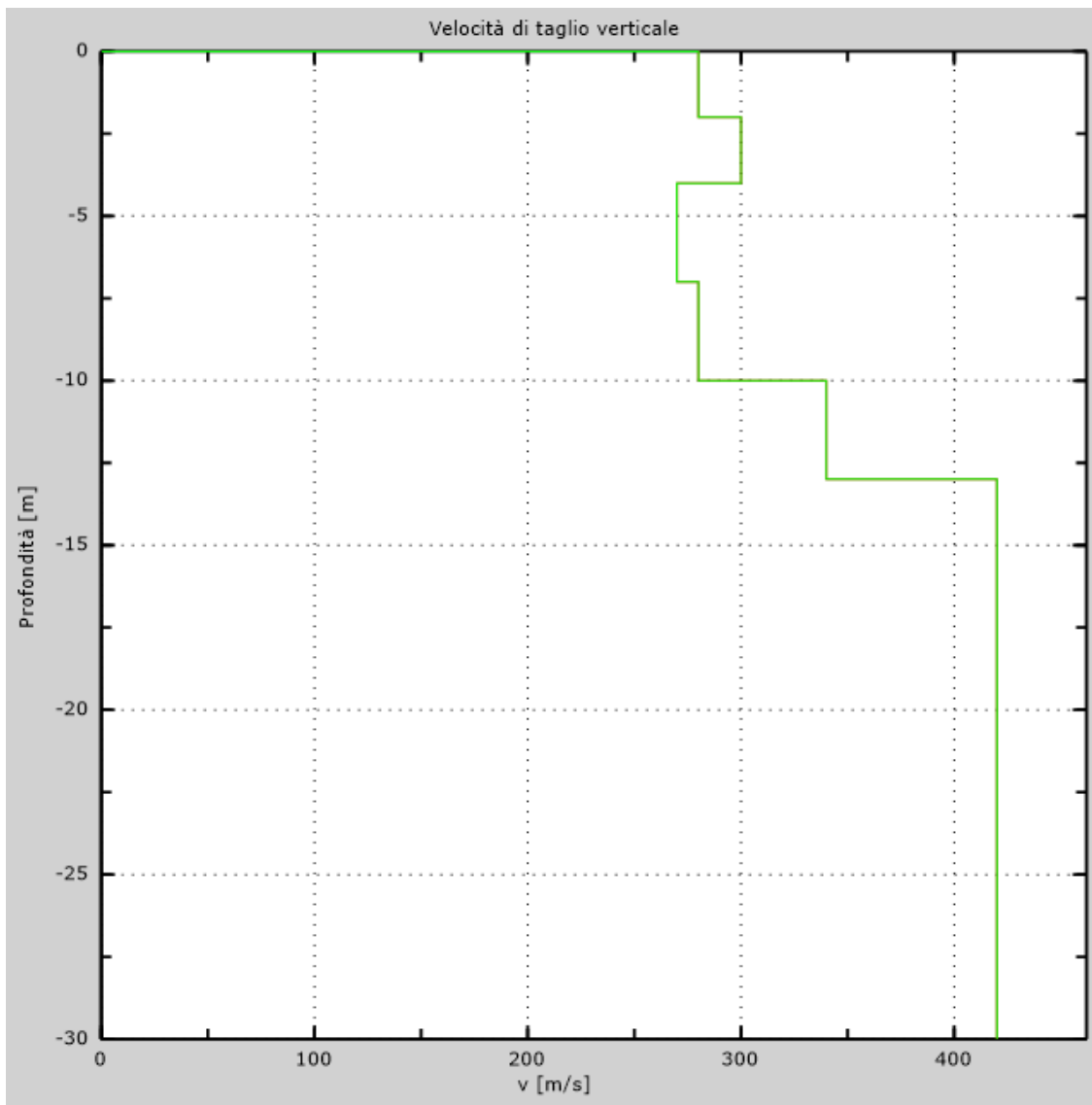


Figura 6: Velocità

6 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	0
V_{seq} [m/s].....	353
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018	
Tipo di suolo	C

Appendice

Tipo di suolo

Tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Risultati delle analisi MASW_2

Autore: Andrea Basso geologo
Sito: Novi Ligure (AL)
Data: 27/01/2024

Redatto da MASW
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:.....1.5m
Numero di campioni temporali2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

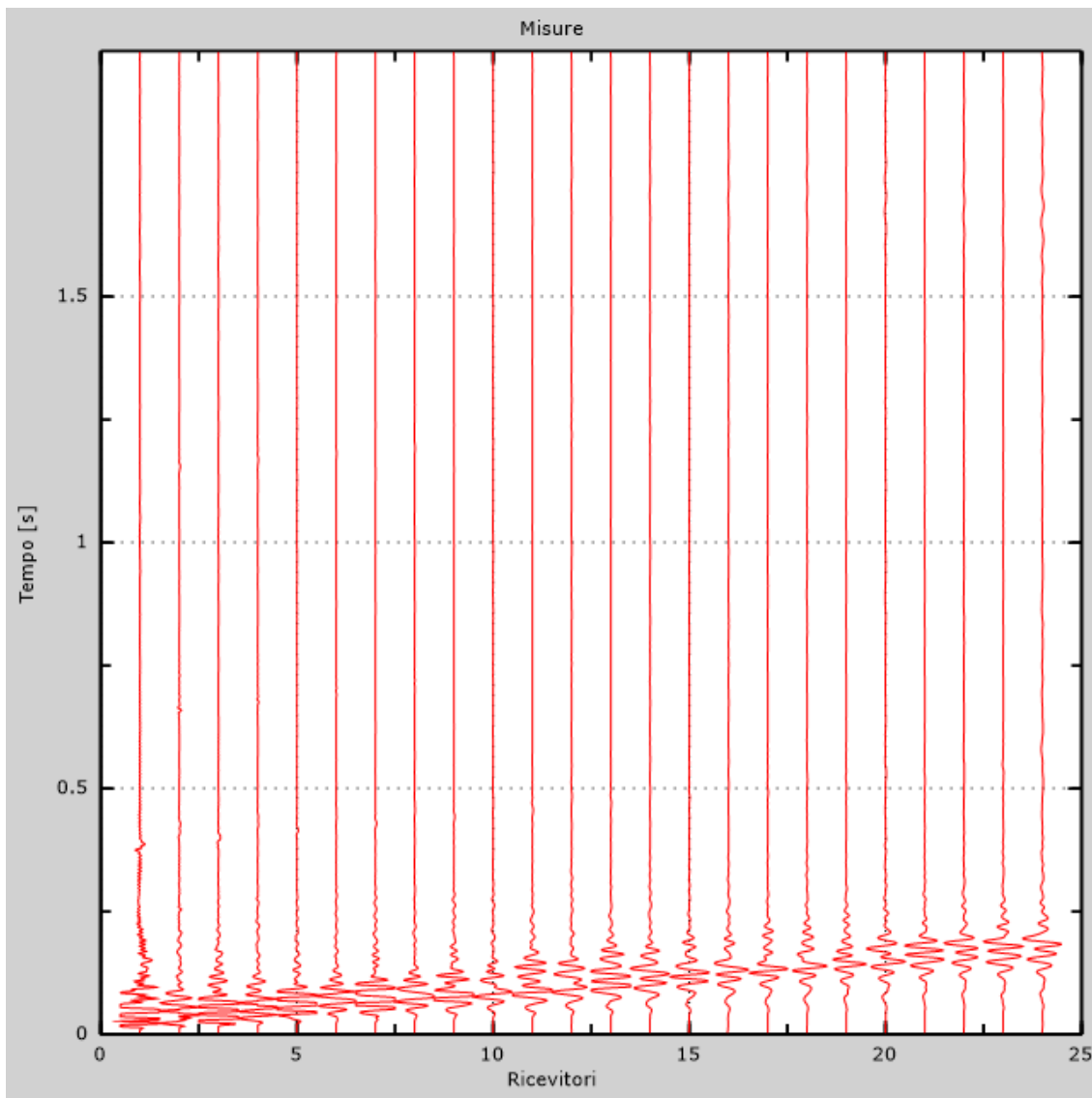


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale.....70Hz

Frequenza iniziale2Hz

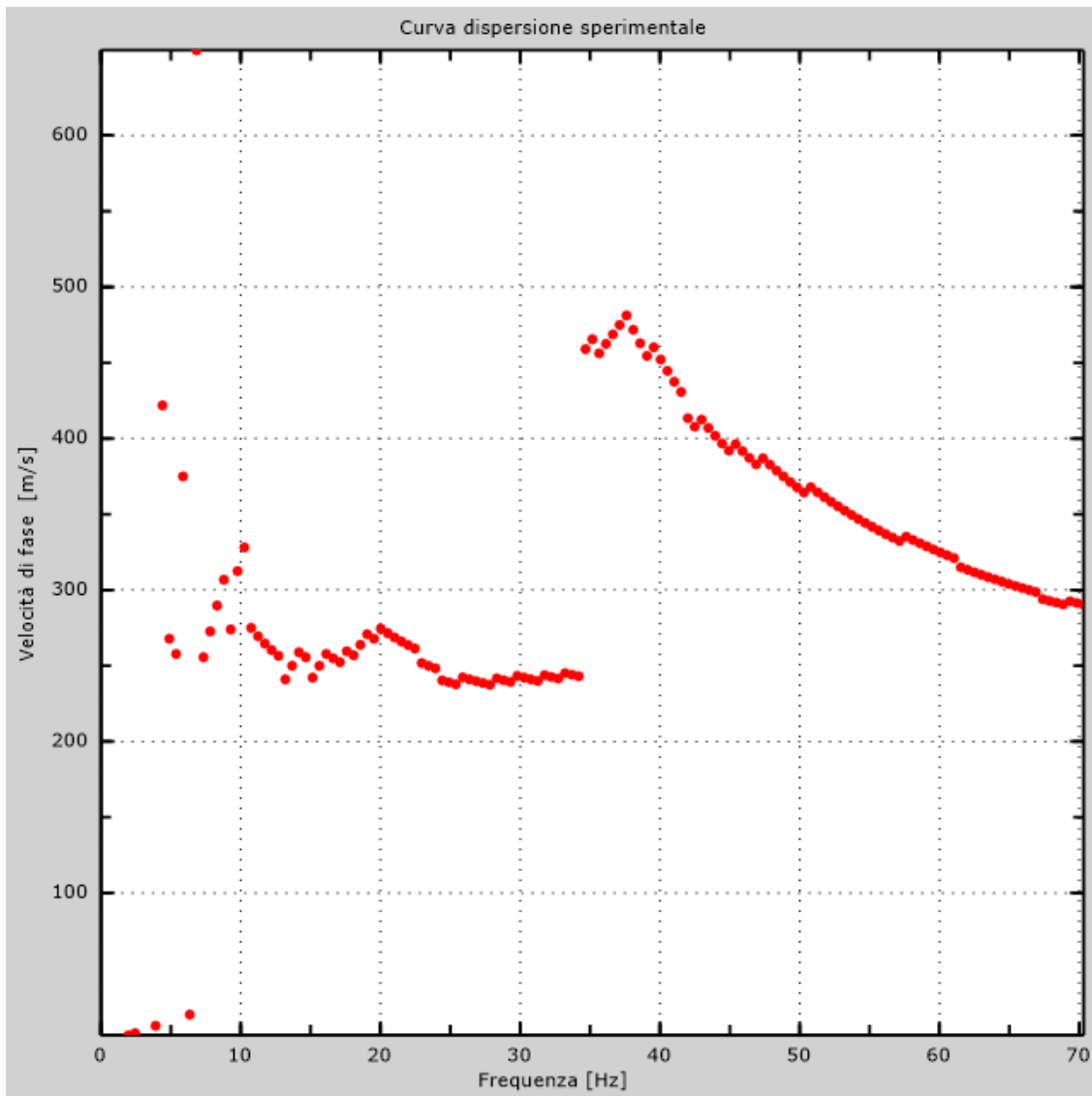


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori..... 12
Numero di campioni temporali3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

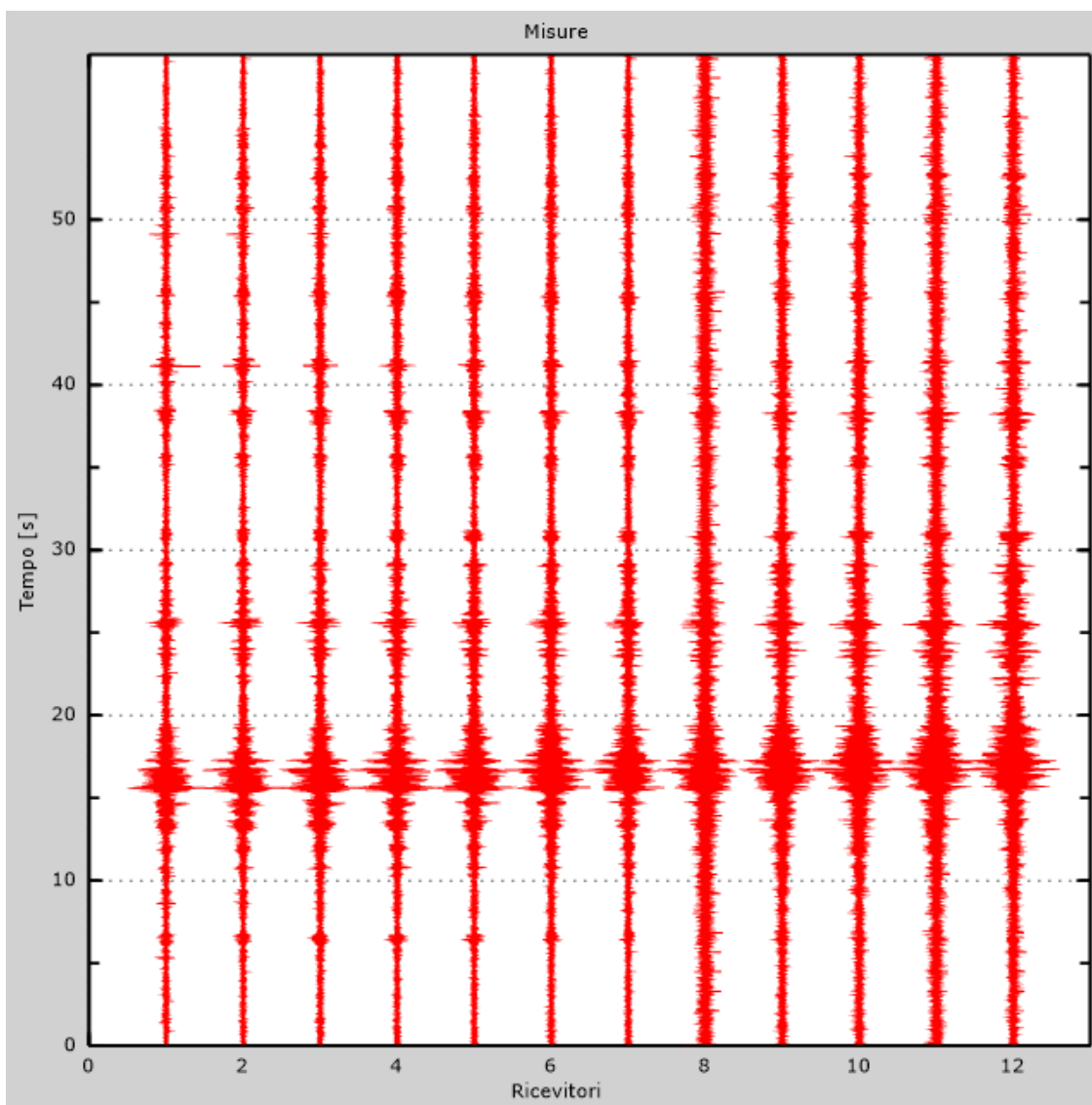


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
10.4857	287.54	250.997	324.083
12.2803	259.841	233.857	285.825
15.7227	251.563	226.406	276.719
18.131	253.607	222.285	284.93
23.0009	250.997	221.415	280.58
26.0498	241.921	217.729	266.113
29.4922	240.957	216.862	265.053
32.9346	243.209	218.888	267.53

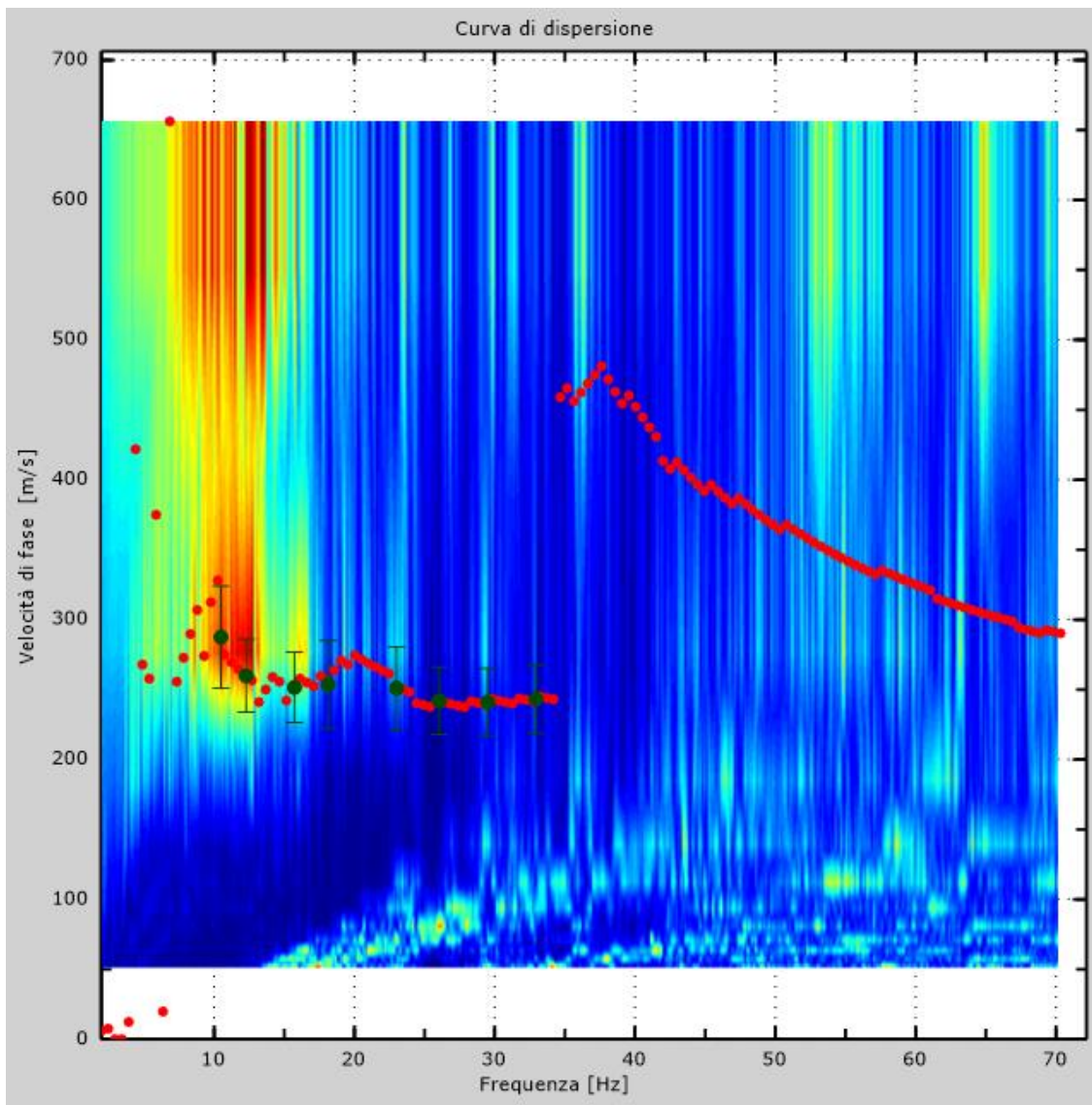


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Spaziatura ricevitori	1.5m
Numero ricevitori	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m]	1
z [m]	-1
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.35
Vs [m/s]	230
Vp [m/s]	502

Strato 2

h [m]	2
z [m]	-3
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s]	250
Vp [m/s]	492

Strato 3

h [m]	2
z [m]	-5
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s]	300
Vp [m/s]	619

Strato 4

h [m]	3
z [m]	-8
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s]	220
Vp [m/s]	485

Strato 5

h [m].....	3
z [m].....	-11
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	300
Vp [m/s]	443

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-oo
Densità [kg/m ³].....	2000
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	350
Vp [m/s]	743

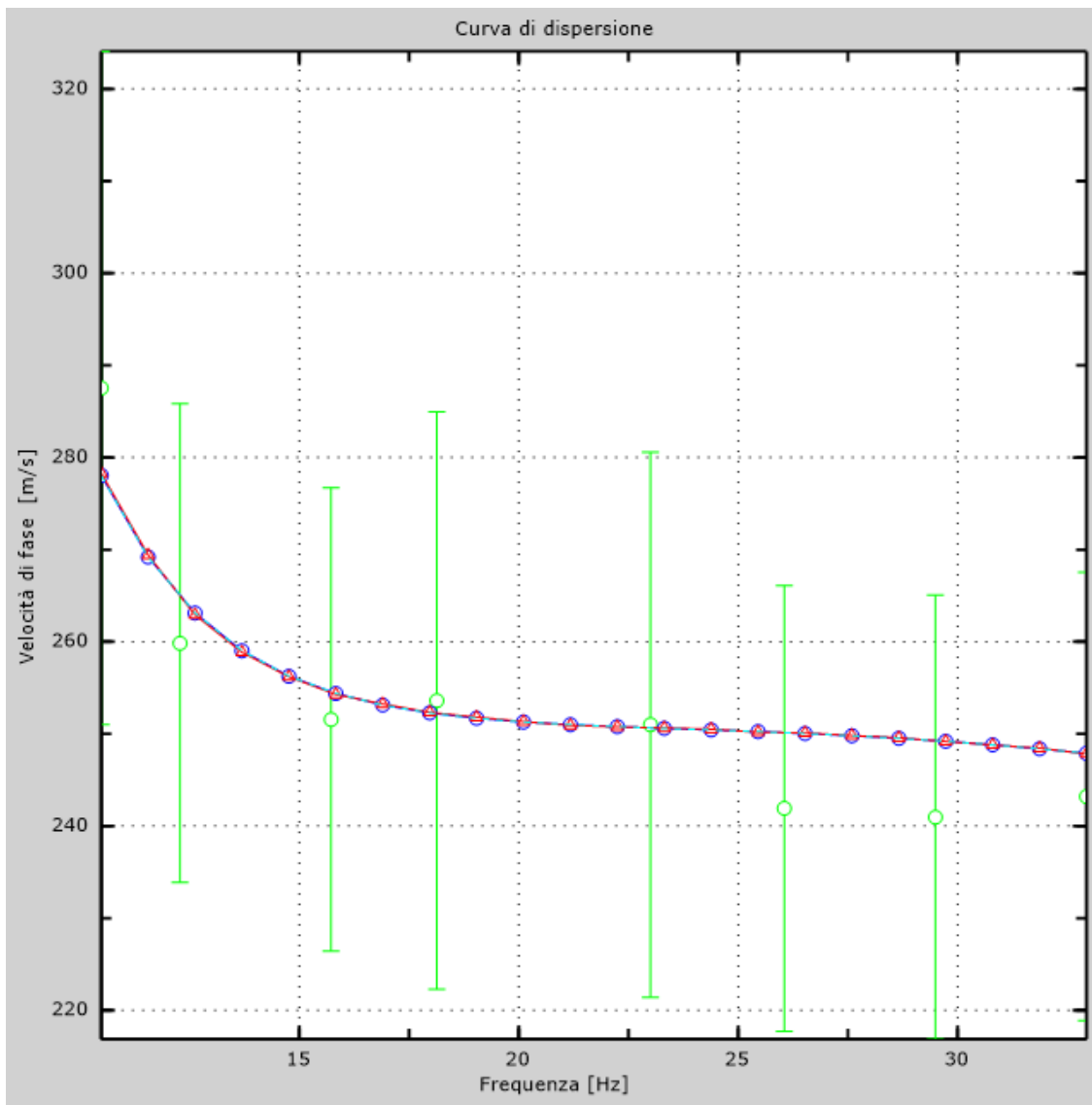


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

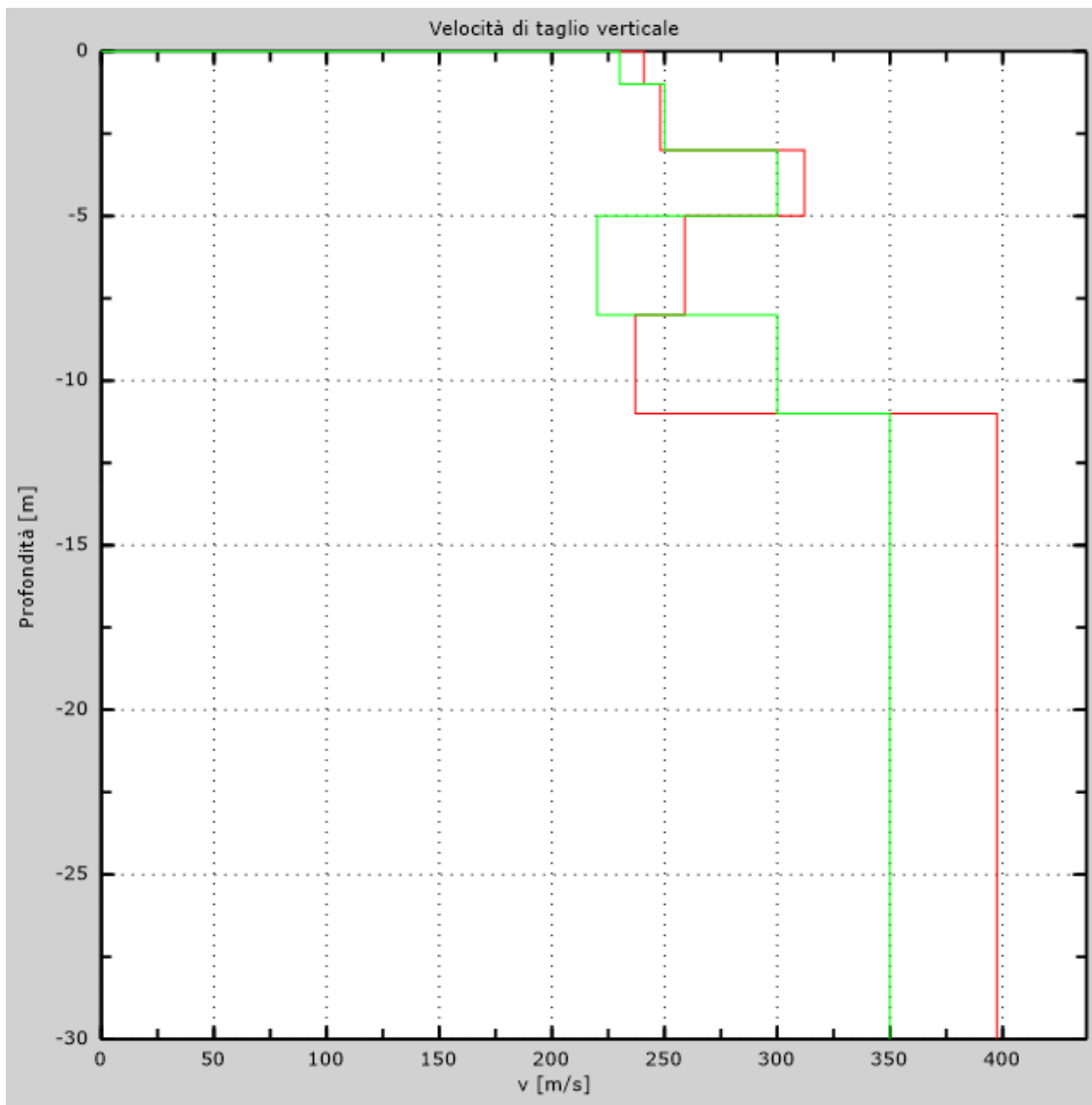


Figura 6: Velocità

6 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	0
V_{seq} [m/s].....	330
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018	
Tipo di suolo	C

Appendice

Tipo di suolo

Tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Risultati delle analisi MASW_3

Autore: Andrea Basso geologo
Sito: Novi Ligure (AL)
Data: 27/01/2024

Redatto da MASW
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:.....1.5m
Numero di campioni temporali2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

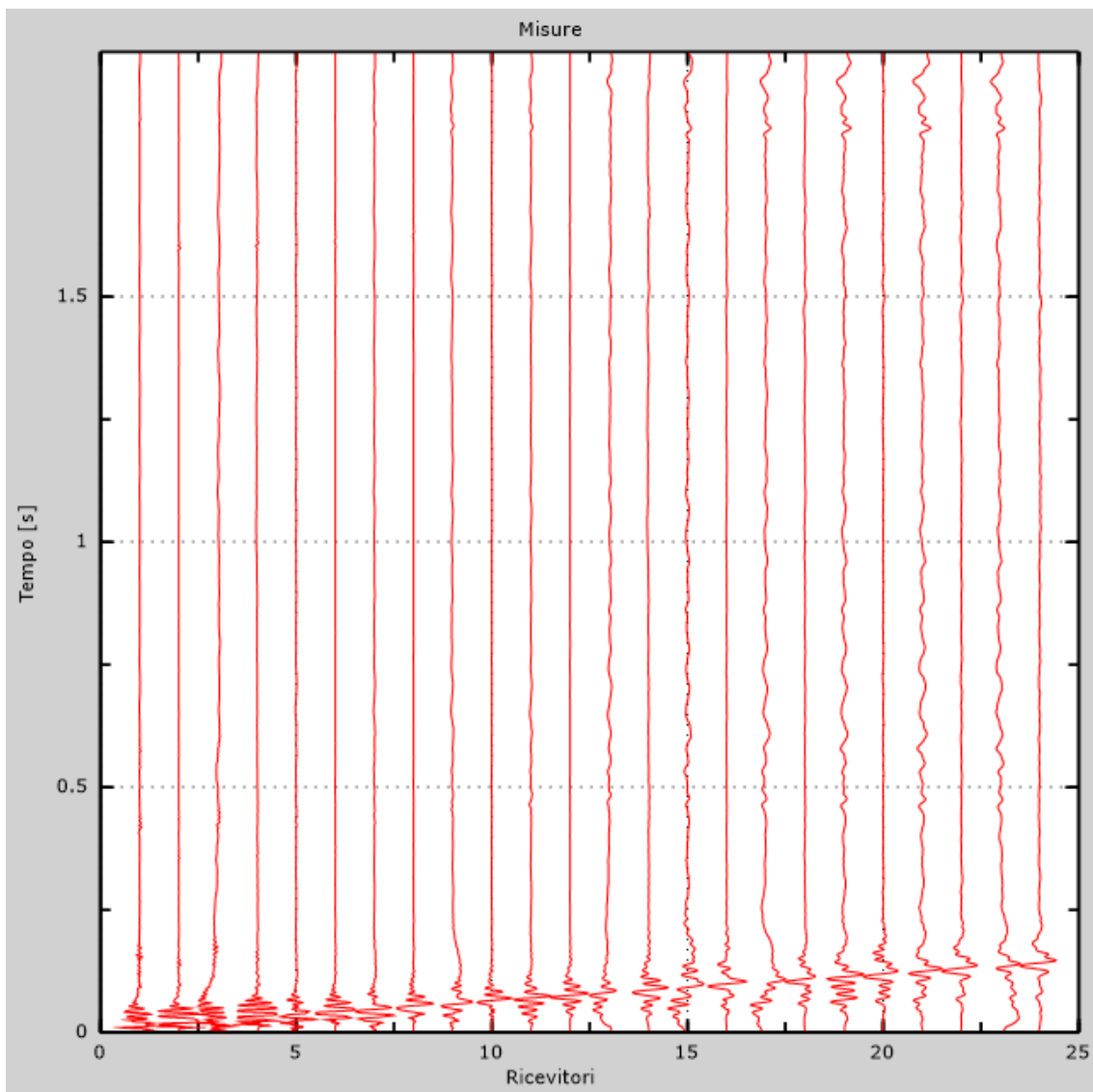


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70Hz

Frequenza iniziale 2Hz

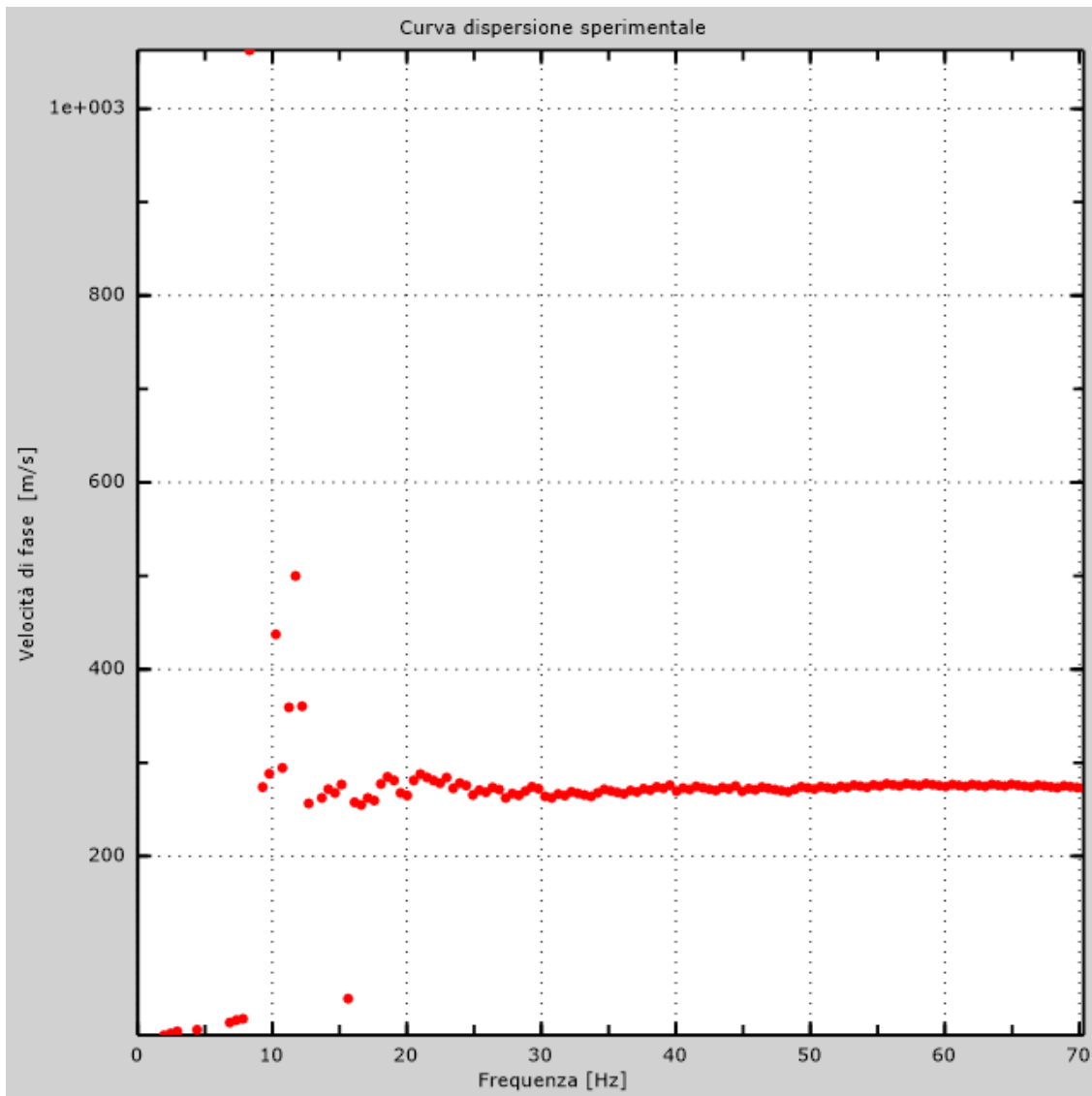


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Numero di ricevitori..... 12
Numero di campioni temporali3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

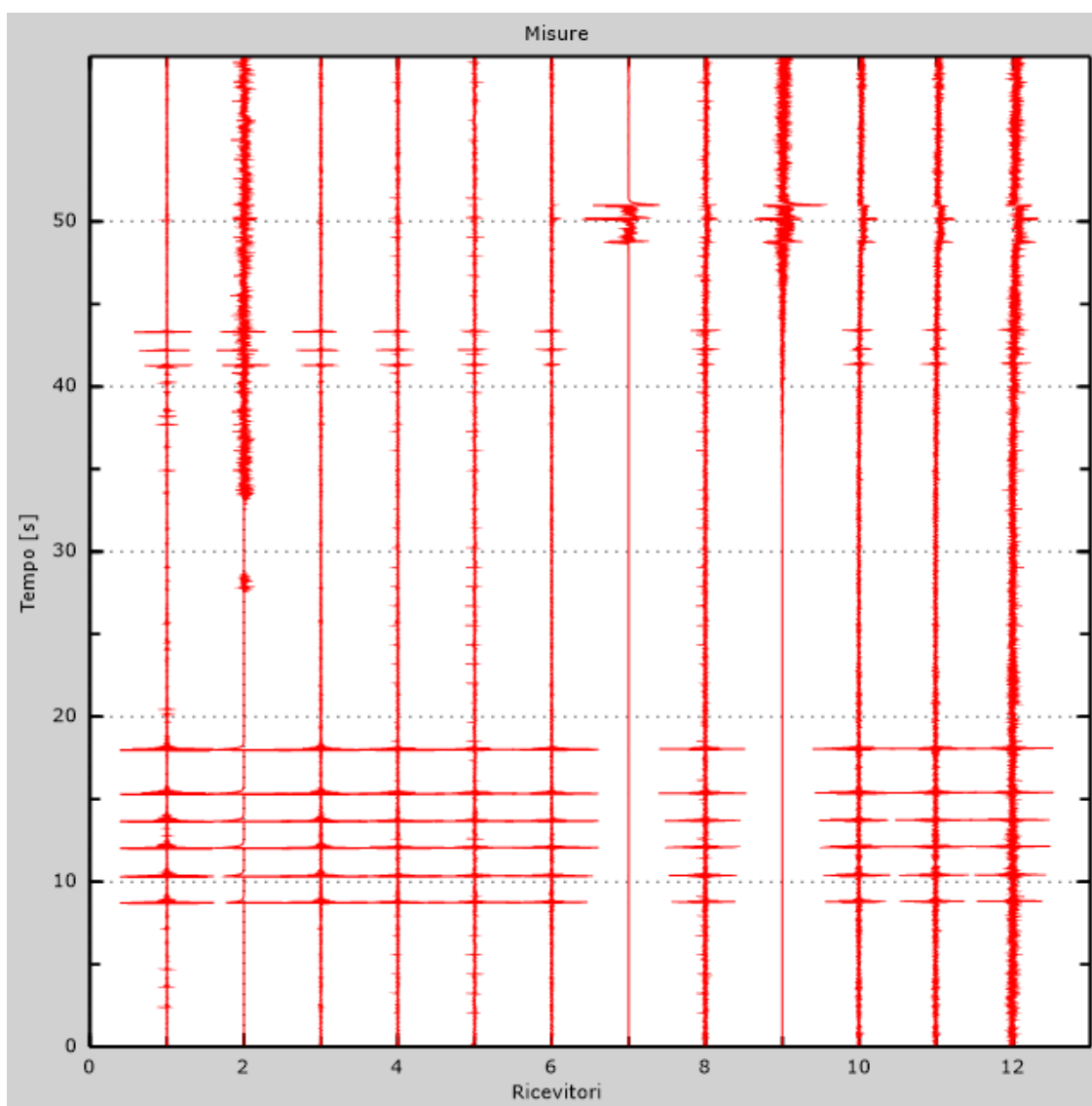


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
10.6265	311.772	267.914	355.63
13.4695	280.249	244.615	315.884
16.4704	272.026	237.762	306.29
19.165	277.902	250.112	305.692
22.6074	280.04	252.036	308.044
26.0498	270.355	243.319	297.39
29.4922	273.563	246.206	300.919
32.9346	266.539	239.885	293.193
36.377	268.63	241.767	295.493
39.8193	272.617	245.355	299.878
43.2617	272.336	245.102	299.57
46.7041	273.186	245.868	300.505
50.1465	272.369	245.132	299.606
53.5889	275.296	247.766	302.825
57.0312	277.215	249.494	304.937
60.4736	276.451	248.806	304.096
63.916	276.084	248.475	303.692
67.3584	275.313	247.782	302.844

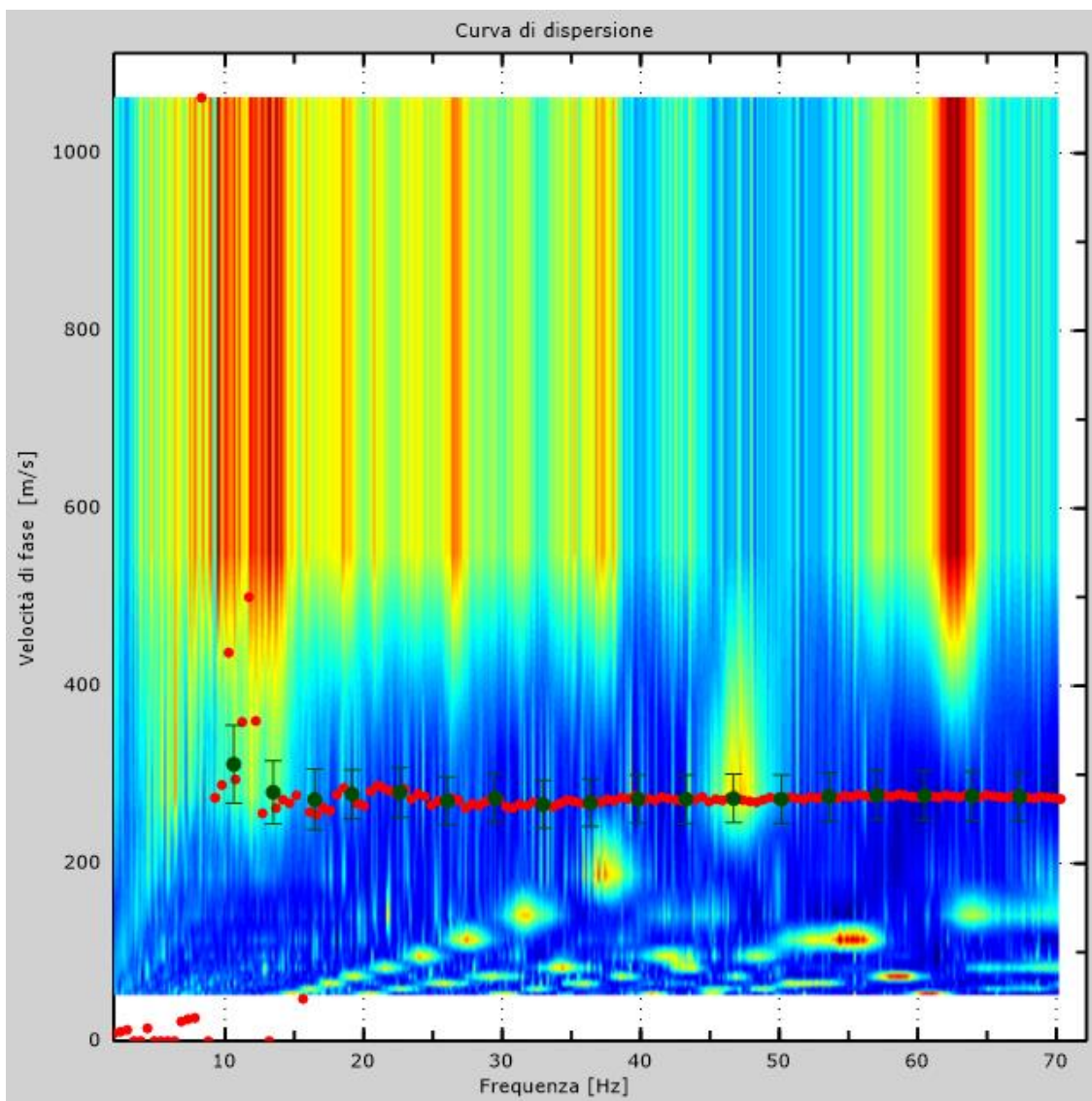


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Spaziatura ricevitori	1.5m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m].....	1
z [m]	-1
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.35
Vs [m/s].....	260
Vp [m/s]	541

Strato 2

h [m].....	2
z [m]	-3
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s].....	300
Vp [m/s]	596

Strato 3

h [m].....	2
z [m]	-5
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.33
Vs [m/s].....	260
Vp [m/s]	516

Strato 4

h [m].....	3
z [m]	-8
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	320
Vp [m/s]	599

Strato 5

h [m].....	3
z [m].....	-11
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	320
Vp [m/s]	599

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-oo
Densità [kg/m ³].....	2000
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	380
Vp [m/s]	711

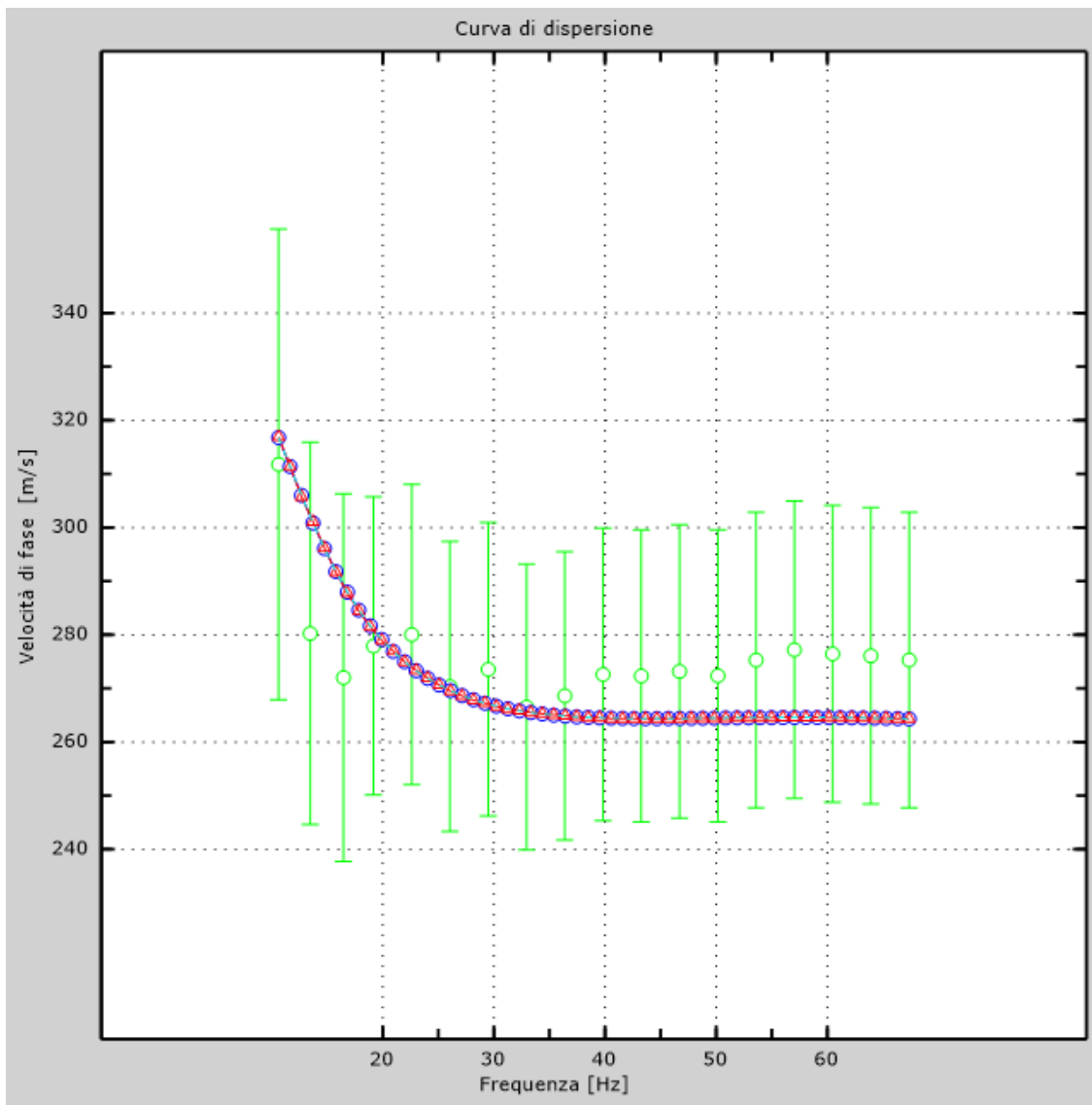


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

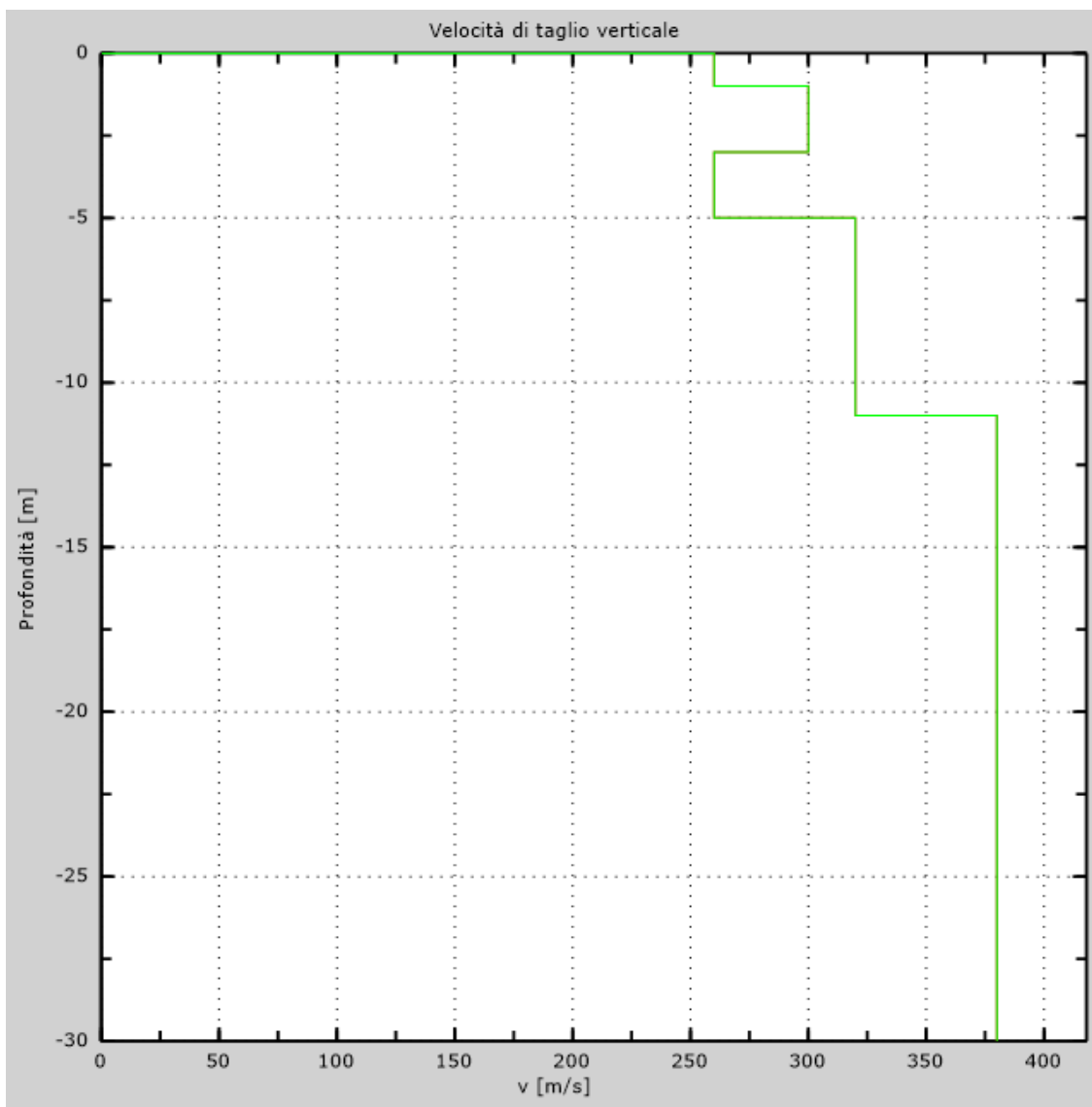


Figura 6: Velocità

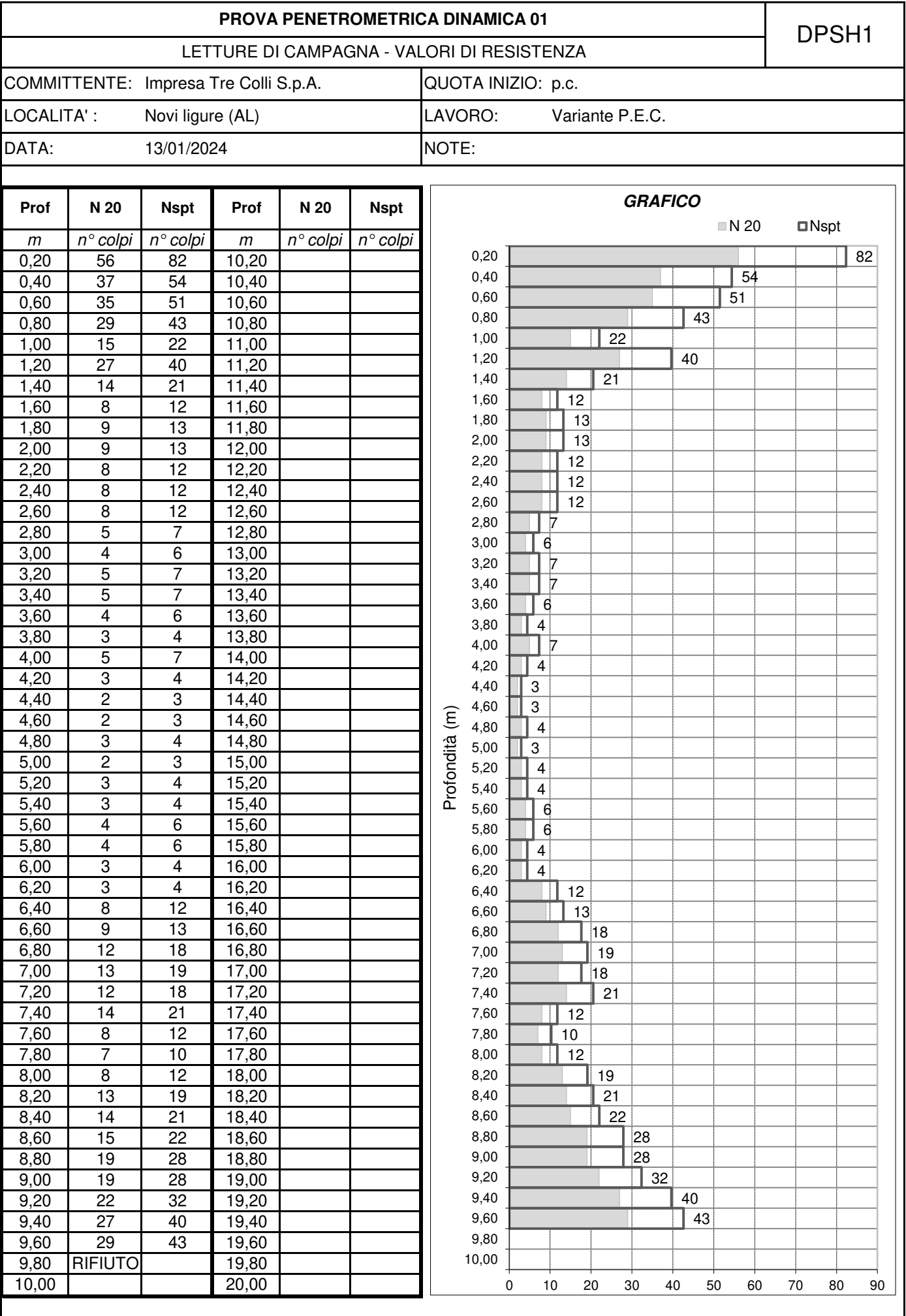
6 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	0
V_{seq} [m/s].....	345
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018	
Tipo di suolo	C

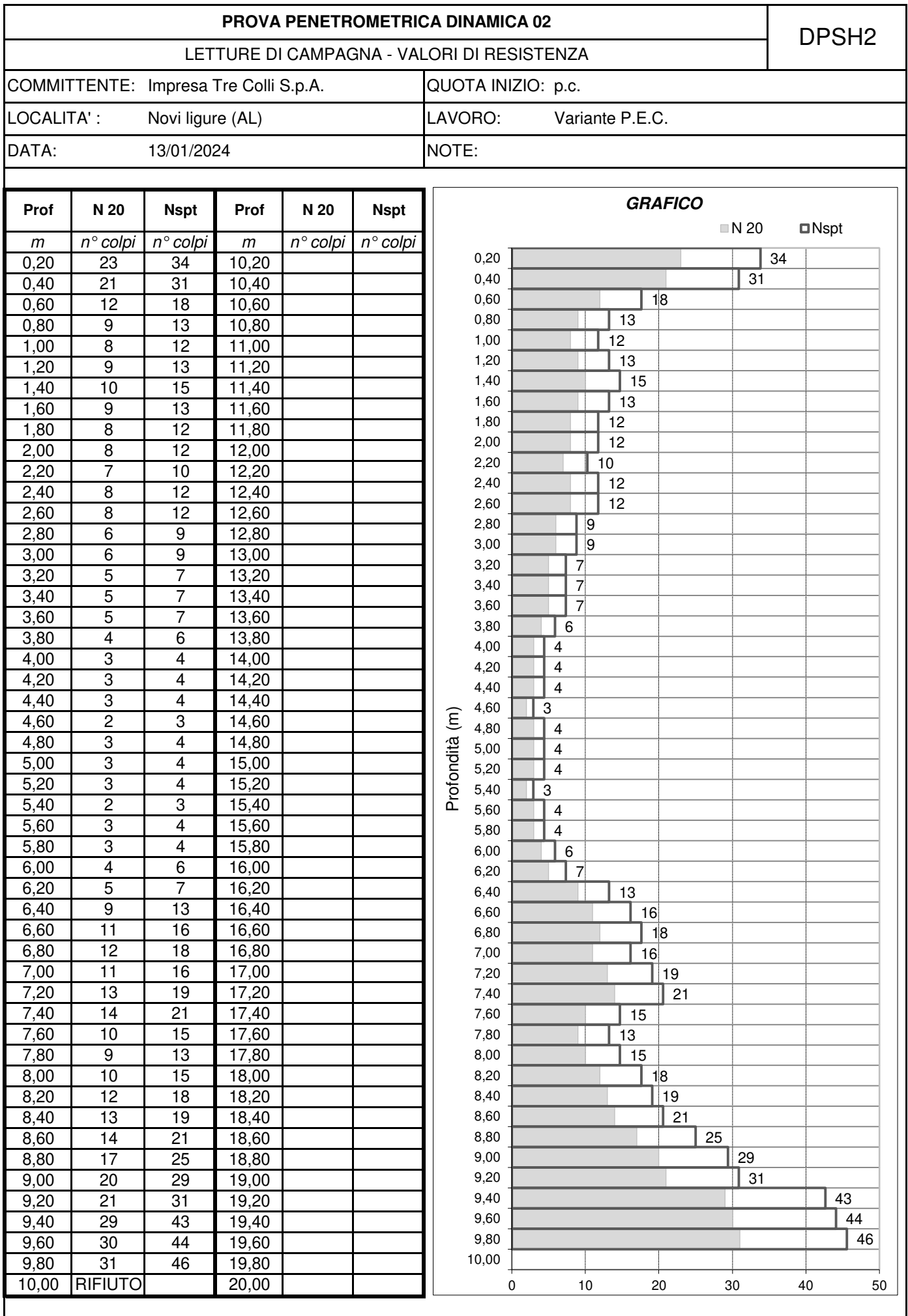
Appendice

Tipo di suolo

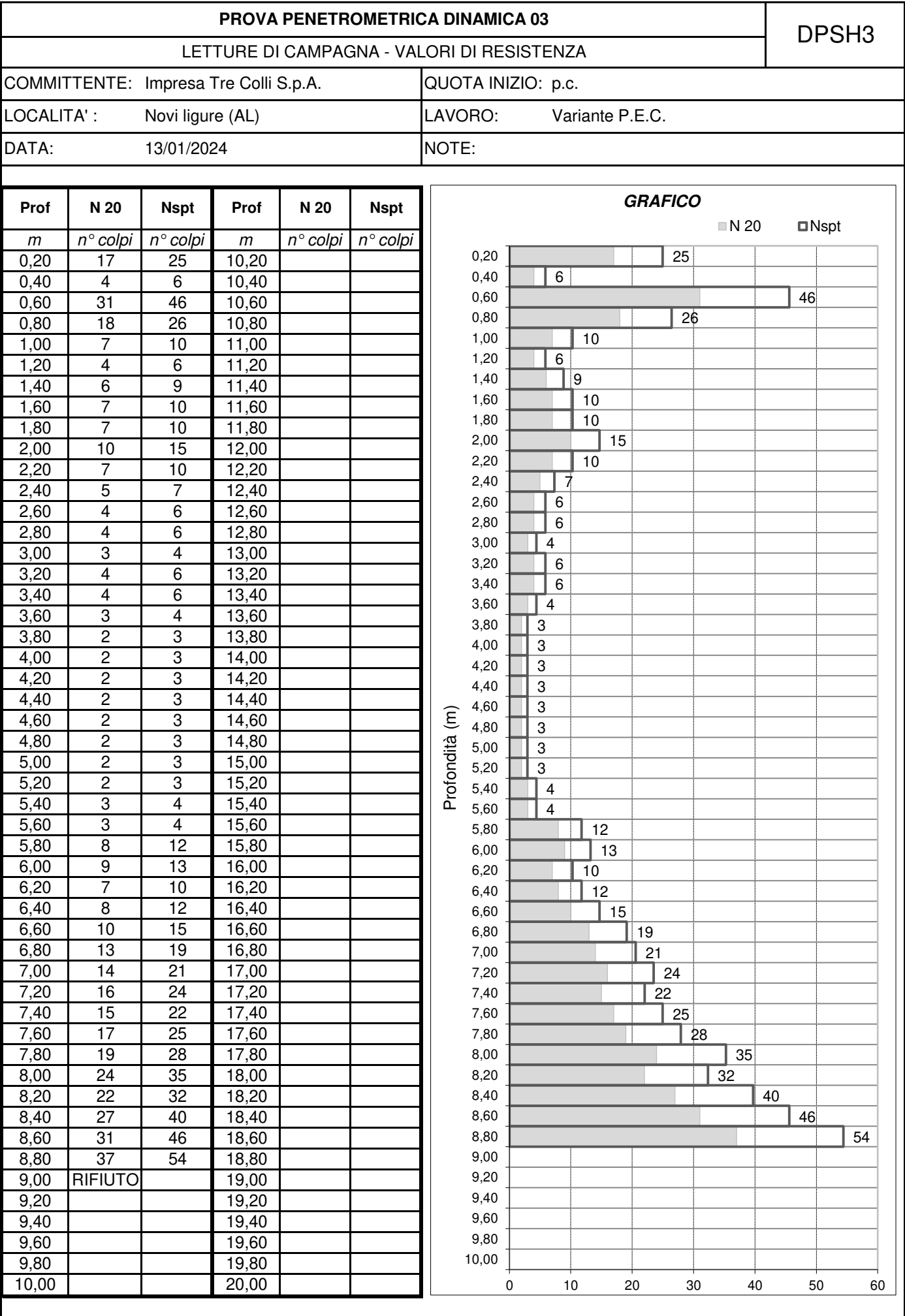
Tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



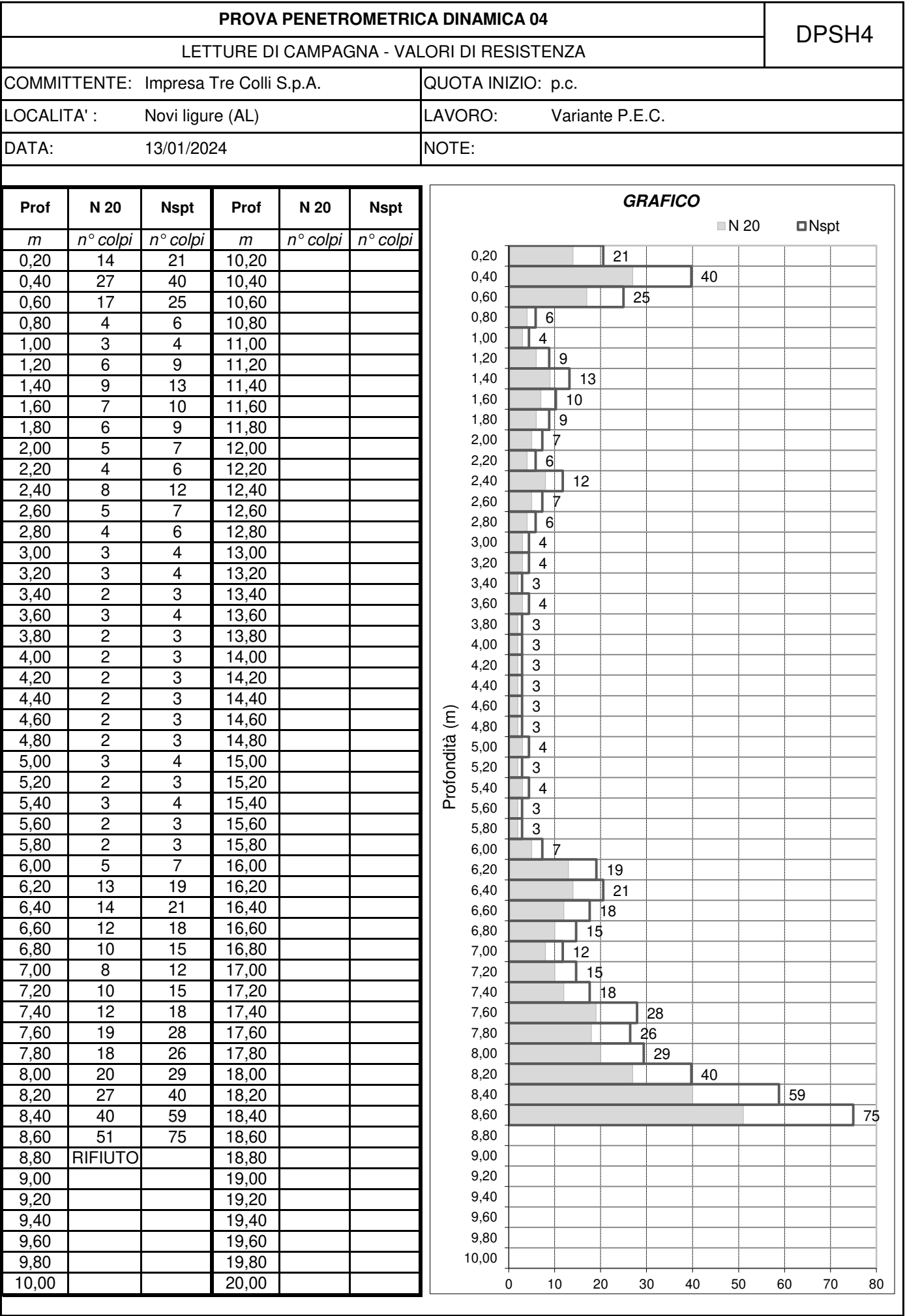
- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.



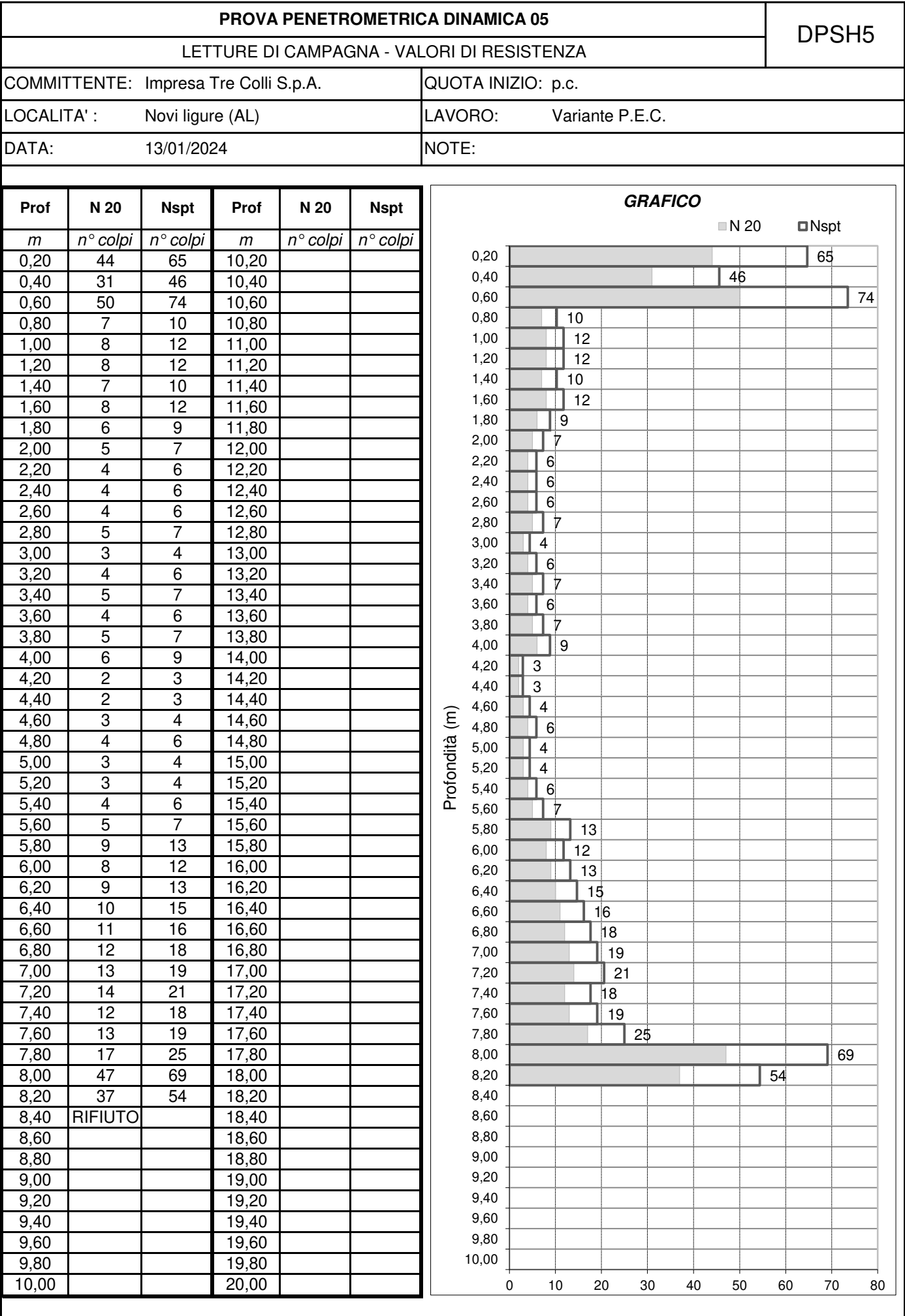
- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.



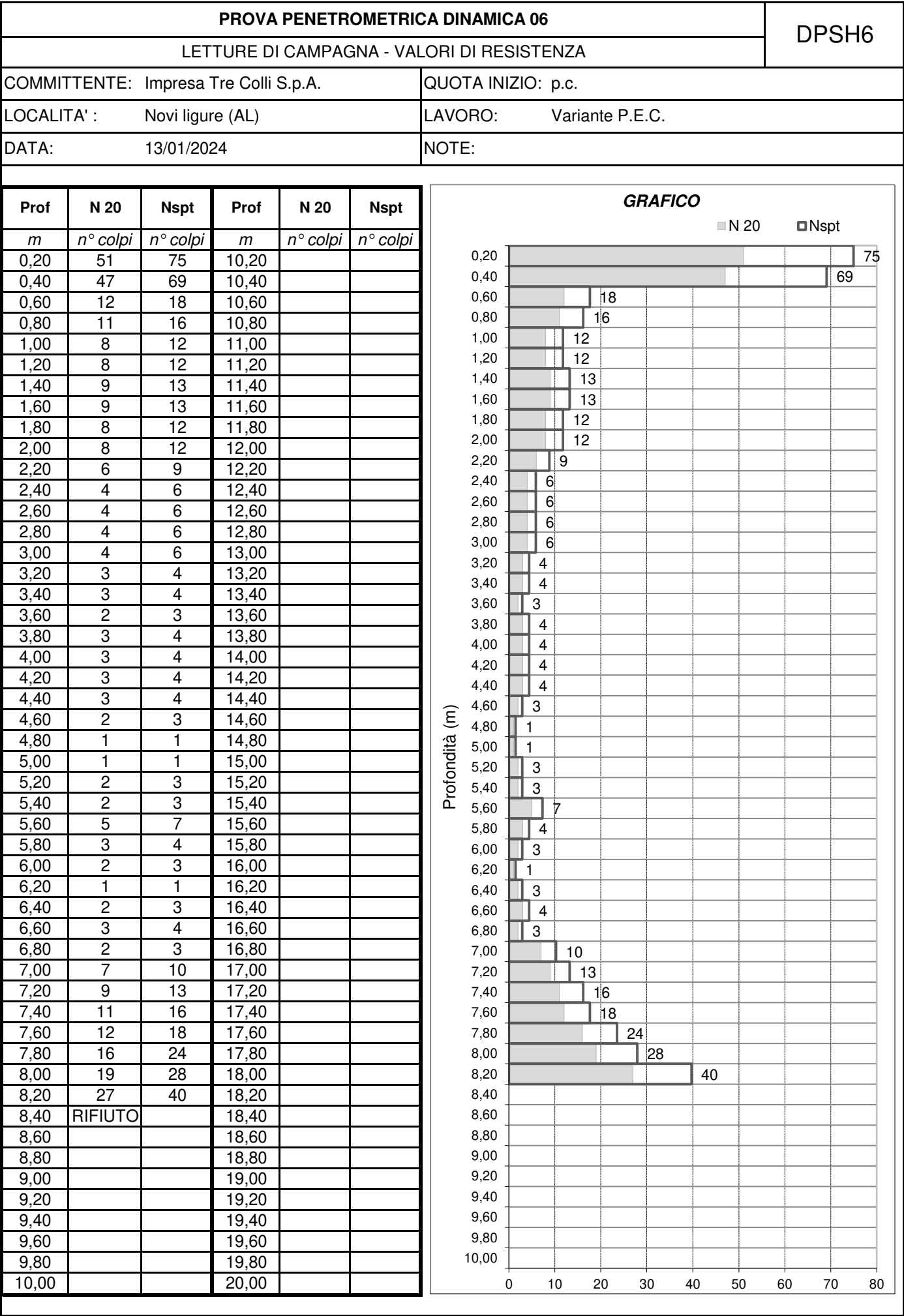
- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.



- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.



- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.



- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t
- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 44,750266 [°]

longitudine: 8,818386 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15362	44,741780	8,775250	3534,9
Sito 2	15363	44,744520	8,845508	2235,2
Sito 3	15141	44,794460	8,841643	5245,9
Sito 4	15140	44,791700	8,771332	5918,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,023	2,511	0,182
Danno (SLD)	63	50	0,031	2,484	0,210
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,089	2,420	0,270
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,120	2,438	0,274

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,840	1,000	0,007	0,003	0,341	0,200
SLD	1,500	1,760	1,000	0,009	0,005	0,458	0,200
SLV	1,500	1,620	1,000	0,027	0,013	1,314	0,200
SLC	1,500	1,610	1,000	0,043	0,022	1,766	0,240

Geostru