

COMUNE DI NOVI LIGURE

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

VARIANTE N.3 AL PROGRAMMA INTEGRATO DI
RIQUALIFICAZIONE URBANO (P.I.R.U.) DENOMINATO
“EURONOVÌ”

COMMITTENTE:

EURONOVÌ S.P.A.
VIA NINO BIXIO N.25
15067 NOVI LIGURE (AL)

RELAZIONE GEOLOGICA



Dr Andrea Basso – geologo

Via Lung'Orba, 95 - 15076 Ovada (AL)
tel. Ufficio 0143.86310 – cell. 338.2138988
e-mail: asbasso@libero.it

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	5
5.1.) GEOMORFOLOGIA LOCALE	5
6.) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	6
6.1.) IDROGEOLOGIA LOCALE	7
7.) INDAGINI ESEGUITE	8
7.1.) INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	8
7.2.) TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE.....	9
7.3.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH.....	11
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.) ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	18
10.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	19

ALLEGATI

TAV.1 COROGRAFIA (SCALA 1:10.000)

TAV.2 PLANIMETRIA_UBICAZIONE INDAGINI (SCALA 1:1.000)

TAV.3 SEZIONI GEOLOGICHE (SCALA 1:1.000/1:500)

ELABORATO PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

ELABORATO INDAGINE 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 dalla società EURONOV 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.

INDAGINI ESEGUITE

- Rilievo geomorfologico e geologico dell'area;
- N. 6 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- N. 1 indagine sismica di tipo MASW;
- N. 1 tomografia sismica a rifrazione;
- 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;
- 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 caratterizzazione geologica di un'area appartenente al territorio comunale di Novi Ligure all'interno dell'area "ex Ilva".

2.) UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE

L'area soggetta a indagine fa parte del territorio comunale di Novi Ligure (AL) e si colloca circa 1,5 km a nordovest del concentrico abitato, ad una quota di circa 185 metri s.l.m.; tale area è cartografata sul Foglio 70 "ALESSANDRIA" della Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000), sulla tavoletta I.G.M. 70 II NO "NOVI LIGURE" (scala 1: 25.000) e sulla sezione 195020 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:

- D. M. 14 gennaio 2008
"Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Decreto 17 gennaio 2018
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, del C.S.LL.PP.
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- 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.

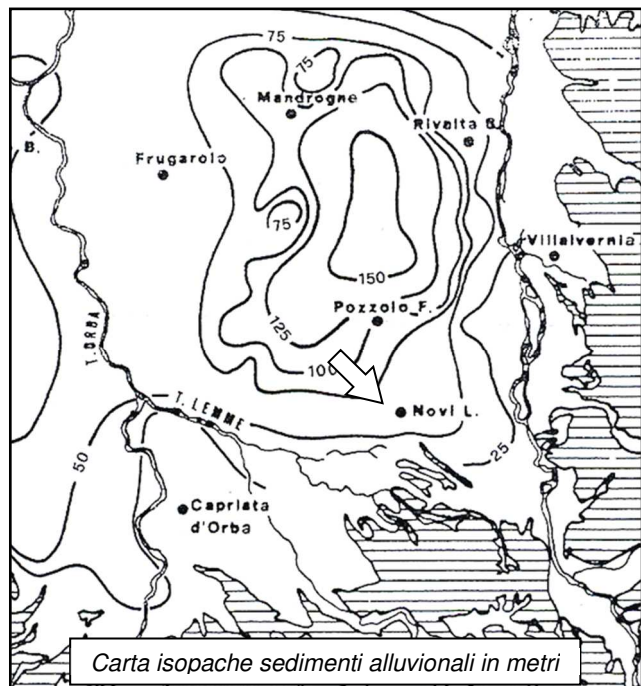
4.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

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; sopra il substrato si è depositata 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, F° 70 ALESSANDRIA; 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-sabbiosi, mentre alla base sono presenti depositi alluvionali ghiaiosi.

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 185 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 1 km a sud 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.

5.1.) GEOMORFOLOGIA LOCALE

L'area interessata dal progetto è quindi situata in una zona pianeggiante a debole pendenza in direzione NW, ai margini della pianura alluvionale alla base del terrazzo che delimita le alluvioni più antiche. I depositi alluvionali pleistocenici descritti in precedenza come "*Fluviale medio*" derivano dalle alluvioni pleistoceniche del torrente Scrivia che mutando il proprio alveo nel corso del tempo ha portato alla formazione di questi depositi, migrando la posizione dell'alveo fino a raggiungere l'attuale.

Il torrente Scrivia scorre in direzione circa S-N ad una distanza di circa 5 km dall'area di studio, non interessandola dalla propria dinamica fluviale.

La morfologia pianeggiante della zona esclude a priori la presenza di qualsiasi tipologia di dissesto di natura gravitativa all'interno dell'area di interesse.

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-Frugarolo-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-grossolana che costituiscono la base della sequenza alluvionale.

Localmente la quota della superficie piezometrica si stabilizza intorno ai 175 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 8 e 13 metri con progressivo approfondimento verso NW, in considerazione della stratigrafia locale è probabile che la falda localmente risulti confinata a tetto dai depositi alluvionali e quindi sia leggermente in pressione.

Nelle porzioni più superficiali della sequenza alluvionale sono localmente presenti delle falde sospese, che hanno sede entro livelli sabbiosi limitati inferiormente da strati impermeabili argillosi a carattere stagionale.

7.) INDAGINI ESEGUITE

Al fine di un'adeguata conoscenza del sito d'intervento, in relazione alla tipologia delle opere a progetto, sono state condotte una serie di indagini in sito, mirate in particolare alla valutazione dello sviluppo geometrico e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di superficiali.

Le indagini, la cui ubicazione è stata riportata nell'apposita planimetria allegata, sono state eseguite nel periodo di giugno 2023 e hanno compreso, oltre al rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, l'esecuzione di n.6 prove penetrometriche dinamiche DPSH, di n.1 indagine sismica di tipo MASW e di n.1 tomografia sismica a rifrazione.

Le risultanze delle indagini sono sintetizzate nel presente paragrafo mentre i relativi tabulati sono esposti negli allegati.

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.

È stato pertanto eseguito un profilo sismico con metodologia MASW per la determinazione della velocità V_{SEQ} necessaria alla classificazione sismica del sito.

È stato utilizzato uno stendimento a 24 canali, con interdistanza geofonica pari a 1,5 m;

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:

- Da 0 fino a 4 metri circa, sono stati rilevati valori V_s di circa 360-470 m/s;
- Tra 4 e 6 metri circa, sono stati rilevati valori V_s di circa 200 m/s;
- Tra 6 e 8 metri circa, sono stati rilevati valori V_s di circa 600 m/s;
- Tra 8 e 11 metri circa, sono stati rilevati valori V_s di circa 270 m/s;
- Oltre 11 metri circa, sono stati rilevati valori V_s superiori ai 880 m/s.

Dall'interpretazione delle indagini sismiche di tipo MASW è stato possibile calcolare il V_{SEQ} relativo ai primi 30 m di profondità, necessario per la classificazione sismica ai sensi della normativa NTC2018, ricadente in **classe C** in quanto $V_{SEQ} = 321$ m/s.

7.2.) TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE

L'indagine sismica a rifrazione è un'indagine indiretta che utilizza le variazioni di velocità delle onde sismiche, le quali dipendono dalla densità e dalla rigidità del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche dei materiali indagati. Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la legge di Snell dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un'onda sismica di compressione (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono. Per poter ricostruire le variazioni della geometria di ciascun orizzonte rifrattore è necessario eseguire più energizzazioni mantenendo invariata la geometria dei geofoni. Generalmente si usa una disposizione regolare e simmetrica dei geofoni e delle energizzazioni.

Per la presente indagine è stato eseguito un profilo tomografico-sismico (denominato RIFR), finalizzato alla determinazione dello spessore e delle caratteristiche delle coperture superficiali e dei depositi alluvionali; lo stendimento è stato realizzato nell'area interessata dall'intervento (vedi planimetria prove allegata).

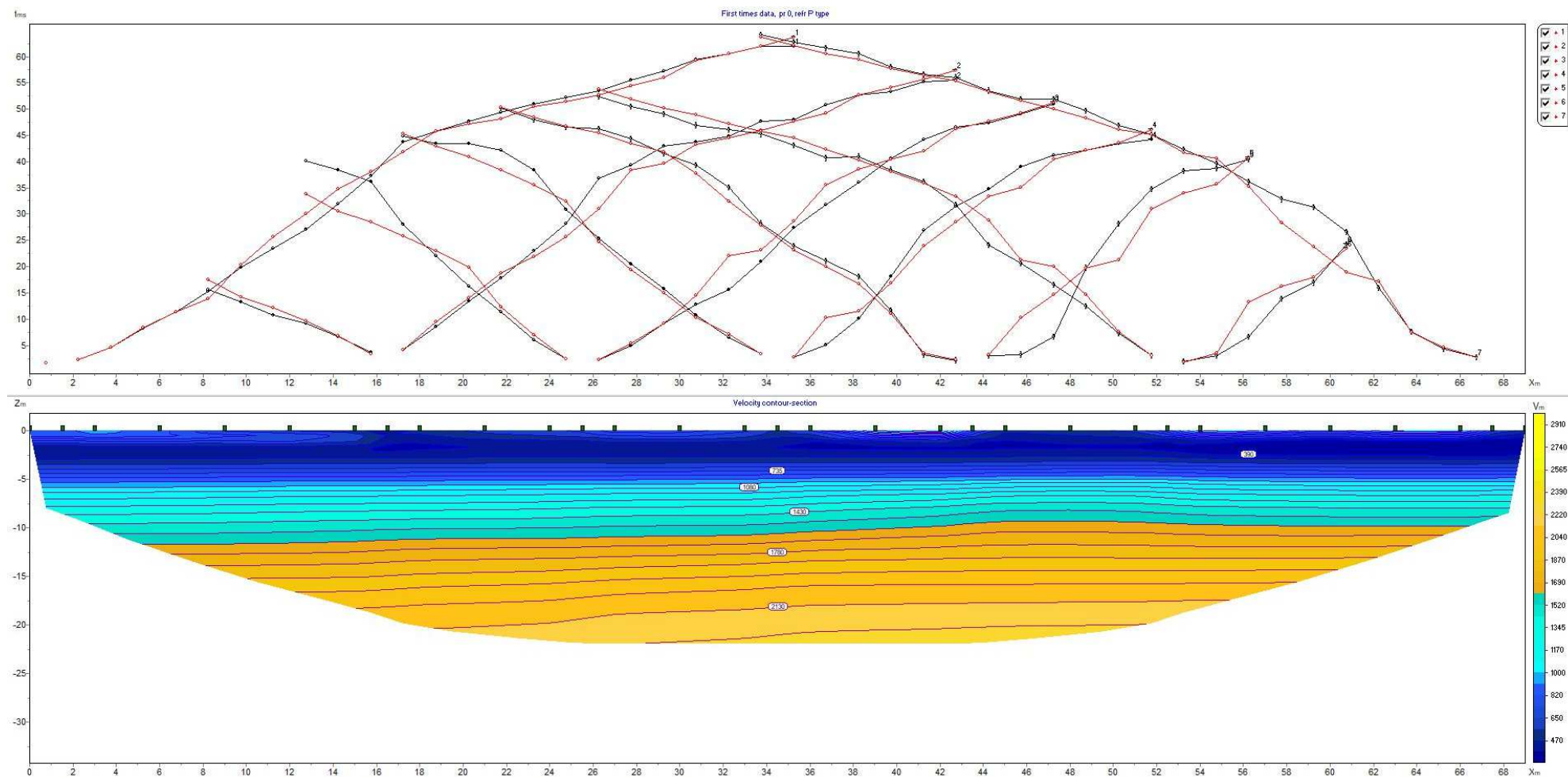
La correlazione con le informazioni puntuali ricavate dalle prove dirette consente una buona caratterizzazione stratigrafica dei terreni presenti nell'area di intervento.

La tabella seguente dettaglia le caratteristiche dello stendimento eseguito:

PROSPEZIONE TOMOGRAFICA SISMICA					
STESA	LUNGHEZZA MAX <i>m</i>	INTERDISTANZA GEOFONI <i>m</i>	GEOFONI <i>N.</i>	ENERGIZZAZIONI <i>N.</i>	PROFONDITA' INDAGATA <i>m</i>
RIFR	69,0	3,0	24	7	≈ 18-20

L'interdistanza geofonica pari a 3,0 metri con 24 canali, garantisce unitamente al raggiungimento di una adeguata profondità d'indagine anche un buon dettaglio risolutivo. L'interpretazione dei dati è stata effettuata con un software che consente di elaborare le registrazioni effettuate con la tecnica tomografica; il programma elabora un modello bidimensionale di velocità del sottosuolo che soddisfa i valori sperimentali acquisiti con le varie energizzazioni lungo lo stendimento, permettendo una ricostruzione graduale delle variazioni.

Nella sezione è riconoscibile un primo strato corrispondente alla coltre superficiale e di riporto che presenta uno spessore di circa 4 metri con valori di V_p compresi tra 200 e 700 m/s; seguito da un progressivo aumento delle velocità V_p che passano da circa 1000 m/s a circa 2000 m/s tra i 5 e i 15 metri di profondità, interessando gli orizzonti superficiali dei depositi alluvionali. Le elevate velocità di V_p sono riconducibili alla presenza di terreni saturi.



DROMOCRONE E PROFILO – RIFR

7.3.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Le prove penetrometriche dinamiche sono state condotte 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.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite nella zona di progetto, e hanno interessato le coperture superficiali e i sottostanti depositi alluvionali. I depositi alluvionali sono stati riscontrati alla profondità di circa 2,5-3,5 metri da p.c. caratterizzati da un primo livello limoso-argilloso-sabbioso moderatamente consistente con una potenza di circa 3,0-4,0 metri seguito da ghiaie in matrice limoso-sabbiosa molto addensate che hanno portato le prove penetrometriche a "rifiuto".

La tabella esposta a pagina seguente, sintetizza la stratigrafia e le profondità di indagine raggiunte.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 3,80 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
3,80 m - 10,00 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
10,00 m - 10,40 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 2,60 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
2,60 m - 5,80 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
5,80 m - 6,40 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 3,20 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
3,20 m - 6,00 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
6,00 m - 6,60 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 3,00 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
3,00 m - 6,40 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
6,40 m - 7,20 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 2,60 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
2,60 m - 6,60 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
6,60 m - 7,20 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH6		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 3,80 m	A₀	Materiali eterometrici med. addensati (colte superficiale)
3,80 m - 7,40 m	A₁	Limi argilloso-sabbiosi moderat. consistenti (depositi alluvionali)
7,40 m - 8,40 m (fine prova)	A₂	Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate (depositi alluvionali)

Durante l'esecuzione delle prove non si è riscontrata la presenza di acqua.

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 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:

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

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):

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

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}
A₀	12,7
A₁	5,4
A₂	>40

8.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dal raffronto tra le informazioni ottenute con il rilevamento i dati delle prove eseguite ed i riscontri bibliografici è stato possibile ottenere una caratterizzazione dei terreni interessati dall'intervento; infatti mentre il rilievo le prove geofisiche consentono la ricostruzione dell'assetto stratigrafico locale, le prove penetrometriche permettono la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei materiali presenti.

8.1.) ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Facendo la premessa che vista l'estensione dell'area e 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 **A₀** (Coltre superficiale): orizzonte superficiale costituito da materiali eterometrici ed eterogenei (limi sabbiosi con livelli ciottolosi). Lo spessore varia da 2,5 a 3,5 metri circa.
- b) Orizzonte **A₁** (depositi alluvionali): orizzonte costituito da materiali prevalentemente fini (limi e argille sabbiose in prevalenza) moderatamente consistenti. Lo spessore varia tra 3 e 4 metri circa.
- c) Orizzonte **A₂** (depositi alluvionali): orizzonte costituito da materiali prevalentemente medio-grossolani (ghiaie in matrice limoso-sabbiosa) molto addensate riscontrate ad una profondità di circa 6,5-7,5 metri da piano campagna (10,0 m in corrispondenza della DPSH1) che ha portato le prove penetrometriche a "rifiuto".

8.2.) PARAMETRI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica dei materiali deriva dai risultati delle prove eseguite in sito 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 A₀

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	23-24° *
coesione drenata	c'	=	2-3 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	30-40 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	30-40 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO A₁

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	24-25° *
coesione drenata	c'	=	2-3 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	25-30 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	20-30 %
* condizioni drenate			

ORIZZONTE GEOTECNICO A₂

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	28-30° *
coesione drenata	c'	=	0 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	- kPa
peso di volume naturale	γ'	=	20 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	50-60 %
* 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*, mentre è stata riclassificata in zona 3 ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre, 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 dalla prova geofisica di tipo MASW eseguita nell'area di studio. 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**.

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.

periodo di riferimento della costruzione

T_r : periodo di ritorno evento sismico

a_g : accelerazione di riferimento del terreno

F_0 : 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 $a_g = 0,088$ g quindi minori di 0,1 g, pertanto si esclude la condizione di liquefazione.

10.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area di indagine, sita nella porzione NW del territorio comunale di Novi Ligure, è caratterizzata da morfologia pianeggiante con la presenza in superficie di materiali eterogenei ed eterometrici per uno spessore di circa 3 metri (coltre superficiale), al di sotto dei quali vi sono i depositi alluvionali limoso-argillosi fino alla profondità di circa 6,5-7,5 metri da p.c. seguiti dai depositi alluvionali ghiaiosi in matrice limoso-sabbiosa che hanno portato le prove dirette a rifiuto.

In corrispondenza della prova DPSH1 eseguita nella porzione settentrionale del lotto, i depositi ghiaiosi sono stati riscontrati ad una profondità di circa 10 metri da piano campagna (profondità confermata anche dall'indagine MASW eseguita in adiacenza).

I dati bibliografici reperiti indicano una soggiacenza del livello piezometrico medio di circa 8-13 m rispetto al piano campagna, non si esclude però che a seguito di eventi meteorici prolungati si possano formare accumuli idrici non trascurabili localizzati anche negli strati superficiali. A tal proposito, si segnala che nel corso delle indagini non è stata rilevata la presenza di acqua, tuttavia nella zona di progetto si può verificare un accumulo idrico superficiale in seguito agli apporti meteorici più intensi.

In considerazione della variabilità delle caratteristiche dei materiali sia verticale sia orizzontale, e della presenza negli strati superficiali di orizzonti compressibili, in fase di progettazione definitiva andranno eseguiti approfondimenti di carattere geotecnico al fine di definire in maniera adeguata le caratteristiche dei materiali per valutare la tipologia fondazionale e l'eventuale necessità di realizzare fondazioni di tipo indiretto.

In caso di fronti di scavo aventi altezze superiori ai due metri si dovrà ricorrere ad opere provvisorie di contenimento e/o a profilature dei fronti con angoli tali da garantire la stabilità e la sicurezza delle maestranze; in ogni caso i fronti di scavo dovranno essere lasciati liberi per il tempo strettamente necessario alla realizzazione delle opere e dovranno essere eventualmente protetti dalle acque meteoriche con teli impermeabili.

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.

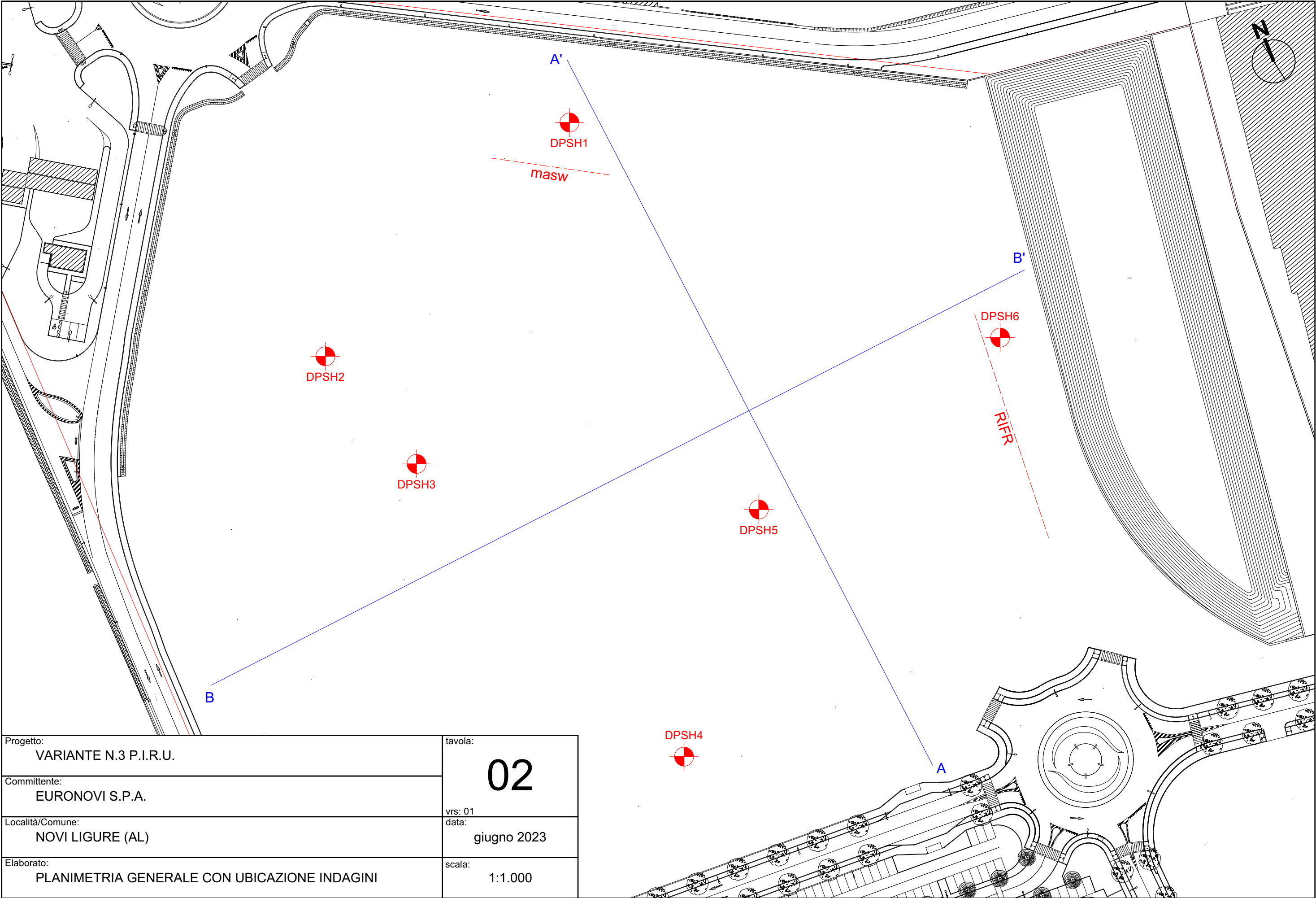
Le canalizzazioni di smaltimento andranno correttamente verificate in fase di progettazione esecutiva; dovrà inoltre essere prevista una costante manutenzione che ne garantisca l'efficienza nel tempo.

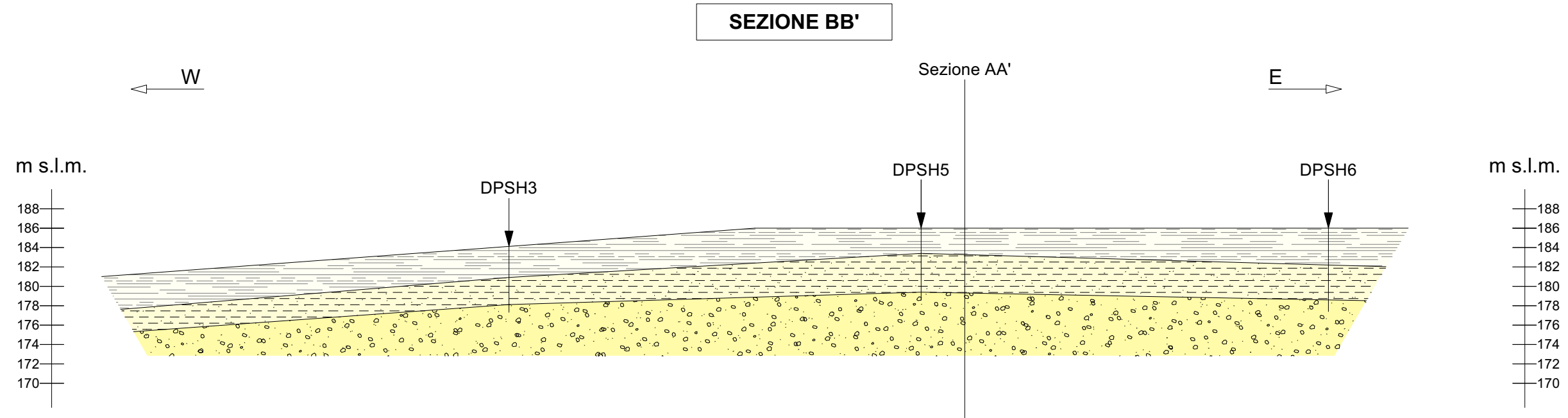
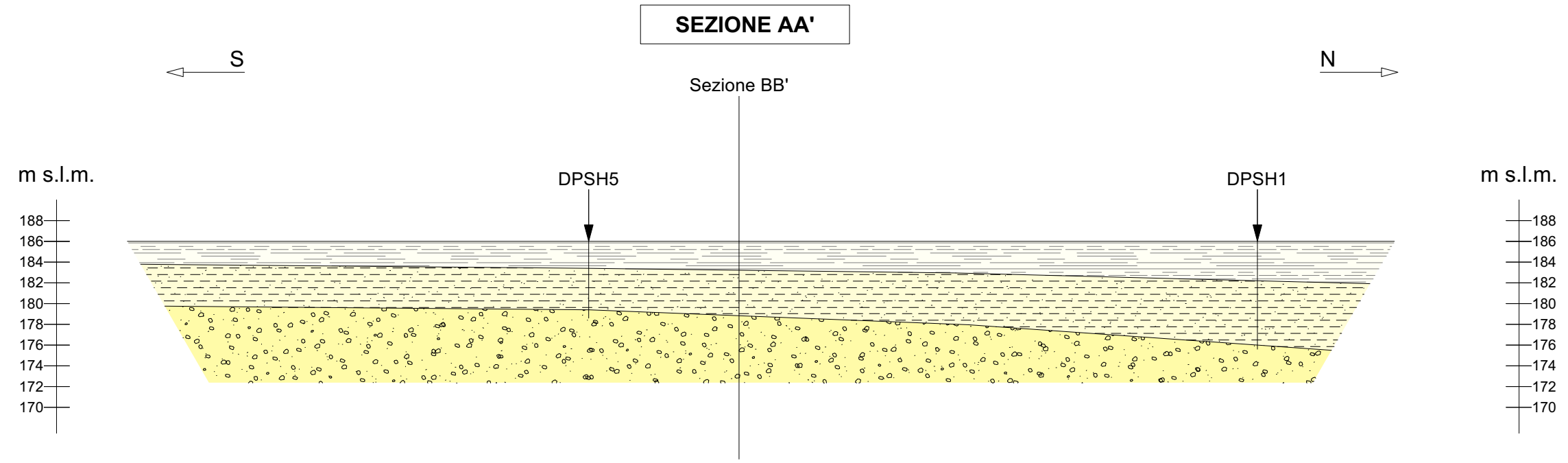
Con le suddette indicazioni e a condizione che le opere vengano realizzate seguendo le buone regole dell'arte si ritiene il sito idoneo a recepire quanto previsto dal progetto.

Ovada, giugno 2023







Andrea Basso geologo





LEGENDA

-  **A₀** - Materiale eterometrico ed eterogeo superficiale
-  **A₁** - Limi argilloso-sabbiosi moderatamente consistenti
-  **A₂** - Ghiaie limoso-sabbiose molto addensate

1:500
1:1.000

Progetto: VARIANTE N.3 P.I.R.U.	tavola: 03
Committente: EURONOV S.P.A.	
Località/Comune: NOVI LIGURE (AL)	vrs: 01 data: giugno 2023
Elaborato: SEZIONI GEOLOGICHE	scala: 1:1.000/1:500

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 01
DPSH1
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 186,22 m s.l.m.

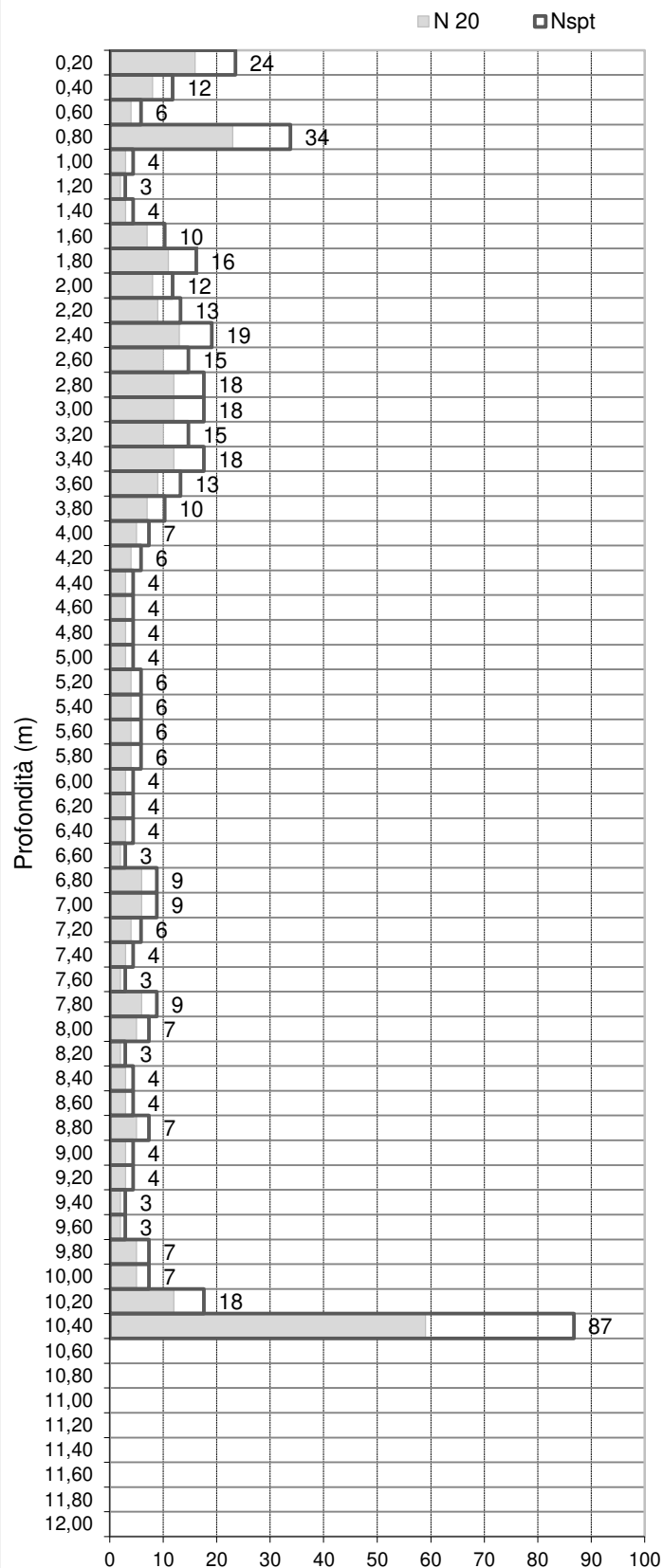
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	16	24	10,20	12	18
0,40	8	12	10,40	59	87
0,60	4	6	10,60	RIFIUTO	
0,80	23	34	10,80		
1,00	3	4	11,00		
1,20	2	3	11,20		
1,40	3	4	11,40		
1,60	7	10	11,60		
1,80	11	16	11,80		
2,00	8	12	12,00		
2,20	9	13	12,20		
2,40	13	19	12,40		
2,60	10	15	12,60		
2,80	12	18	12,80		
3,00	12	18	13,00		
3,20	10	15	13,20		
3,40	12	18	13,40		
3,60	9	13	13,60		
3,80	7	10	13,80		
4,00	5	7	14,00		
4,20	4	6	14,20		
4,40	3	4	14,40		
4,60	3	4	14,60		
4,80	3	4	14,80		
5,00	3	4	15,00		
5,20	4	6	15,20		
5,40	4	6	15,40		
5,60	4	6	15,60		
5,80	4	6	15,80		
6,00	3	4	16,00		
6,20	3	4	16,20		
6,40	3	4	16,40		
6,60	2	3	16,60		
6,80	6	9	16,80		
7,00	6	9	17,00		
7,20	4	6	17,20		
7,40	3	4	17,40		
7,60	2	3	17,60		
7,80	6	9	17,80		
8,00	5	7	18,00		
8,20	2	3	18,20		
8,40	3	4	18,40		
8,60	3	4	18,60		
8,80	5	7	18,80		
9,00	3	4	19,00		
9,20	3	4	19,20		
9,40	2	3	19,40		
9,60	2	3	19,60		
9,80	5	7	19,80		
10,00	5	7	20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 02
DPSH2
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 184,35 m s.l.m.

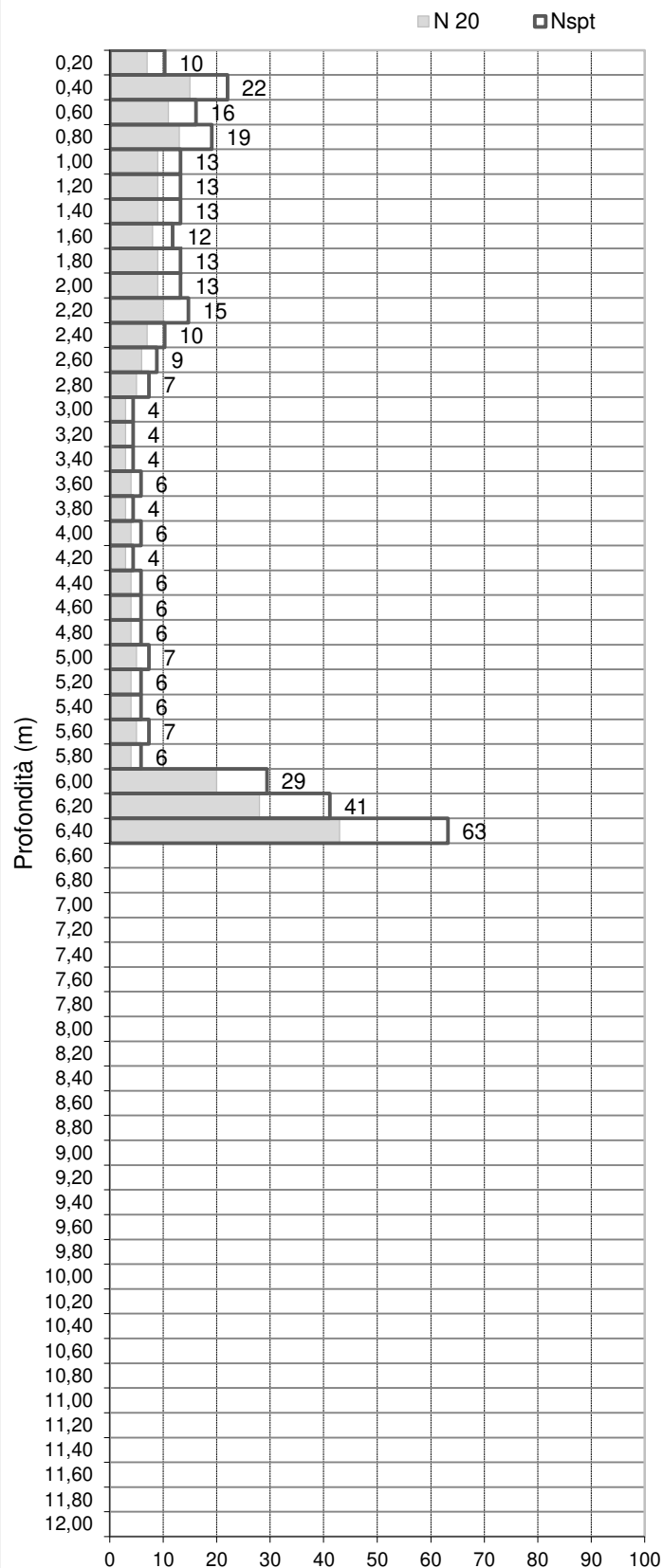
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	7	10	10,20		
0,40	15	22	10,40		
0,60	11	16	10,60		
0,80	13	19	10,80		
1,00	9	13	11,00		
1,20	9	13	11,20		
1,40	9	13	11,40		
1,60	8	12	11,60		
1,80	9	13	11,80		
2,00	9	13	12,00		
2,20	10	15	12,20		
2,40	7	10	12,40		
2,60	6	9	12,60		
2,80	5	7	12,80		
3,00	3	4	13,00		
3,20	3	4	13,20		
3,40	3	4	13,40		
3,60	4	6	13,60		
3,80	3	4	13,80		
4,00	4	6	14,00		
4,20	3	4	14,20		
4,40	4	6	14,40		
4,60	4	6	14,60		
4,80	4	6	14,80		
5,00	5	7	15,00		
5,20	4	6	15,20		
5,40	4	6	15,40		
5,60	5	7	15,60		
5,80	4	6	15,80		
6,00	20	29	16,00		
6,20	28	41	16,20		
6,40	43	63	16,40		
6,60	RIFIUTO		16,60		
6,80			16,80		
7,00			17,00		
7,20			17,20		
7,40			17,40		
7,60			17,60		
7,80			17,80		
8,00			18,00		
8,20			18,20		
8,40			18,40		
8,60			18,60		
8,80			18,80		
9,00			19,00		
9,20			19,20		
9,40			19,40		
9,60			19,60		
9,80			19,80		
10,00			20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63,5, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 03
DPSH3
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 184,86 m s.l.m.

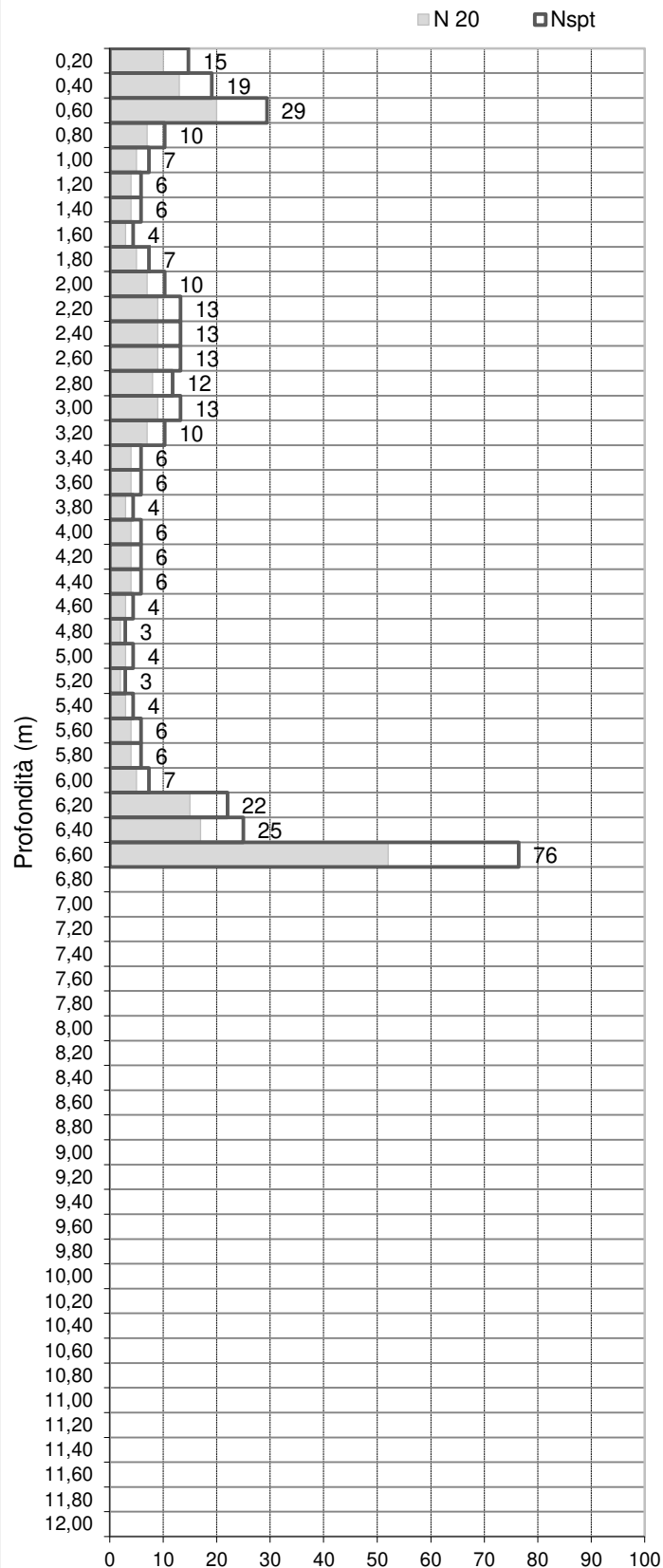
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	10	15	10,20		
0,40	13	19	10,40		
0,60	20	29	10,60		
0,80	7	10	10,80		
1,00	5	7	11,00		
1,20	4	6	11,20		
1,40	4	6	11,40		
1,60	3	4	11,60		
1,80	5	7	11,80		
2,00	7	10	12,00		
2,20	9	13	12,20		
2,40	9	13	12,40		
2,60	9	13	12,60		
2,80	8	12	12,80		
3,00	9	13	13,00		
3,20	7	10	13,20		
3,40	4	6	13,40		
3,60	4	6	13,60		
3,80	3	4	13,80		
4,00	4	6	14,00		
4,20	4	6	14,20		
4,40	4	6	14,40		
4,60	3	4	14,60		
4,80	2	3	14,80		
5,00	3	4	15,00		
5,20	2	3	15,20		
5,40	3	4	15,40		
5,60	4	6	15,60		
5,80	4	6	15,80		
6,00	5	7	16,00		
6,20	15	22	16,20		
6,40	17	25	16,40		
6,60	52	76	16,60		
6,80	RIFIUTO		16,80		
7,00			17,00		
7,20			17,20		
7,40			17,40		
7,60			17,60		
7,80			17,80		
8,00			18,00		
8,20			18,20		
8,40			18,40		
8,60			18,60		
8,80			18,80		
9,00			19,00		
9,20			19,20		
9,40			19,40		
9,60			19,60		
9,80			19,80		
10,00			20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 04
DPSH4
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 185,56 m s.l.m.

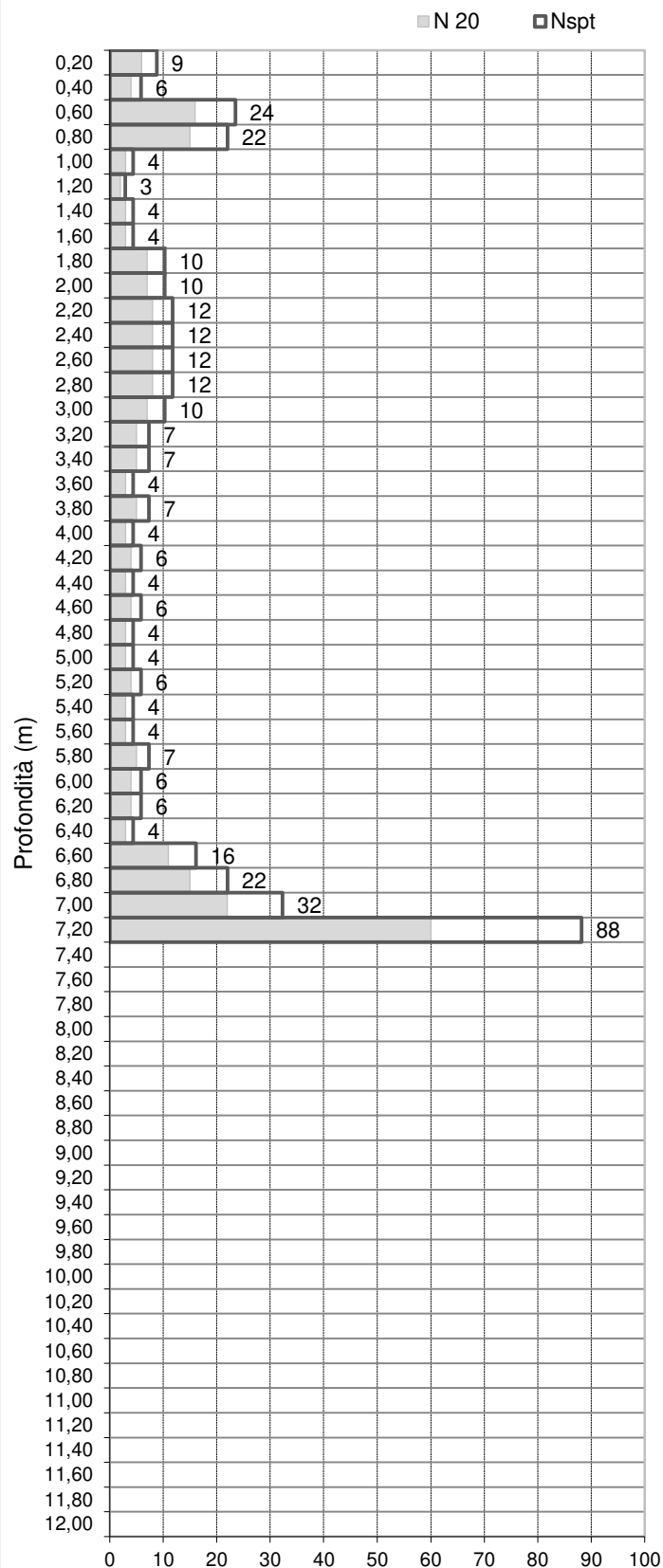
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	6	9	10,20		
0,40	4	6	10,40		
0,60	16	24	10,60		
0,80	15	22	10,80		
1,00	3	4	11,00		
1,20	2	3	11,20		
1,40	3	4	11,40		
1,60	3	4	11,60		
1,80	7	10	11,80		
2,00	7	10	12,00		
2,20	8	12	12,20		
2,40	8	12	12,40		
2,60	8	12	12,60		
2,80	8	12	12,80		
3,00	7	10	13,00		
3,20	5	7	13,20		
3,40	5	7	13,40		
3,60	3	4	13,60		
3,80	5	7	13,80		
4,00	3	4	14,00		
4,20	4	6	14,20		
4,40	3	4	14,40		
4,60	4	6	14,60		
4,80	3	4	14,80		
5,00	3	4	15,00		
5,20	4	6	15,20		
5,40	3	4	15,40		
5,60	3	4	15,60		
5,80	5	7	15,80		
6,00	4	6	16,00		
6,20	4	6	16,20		
6,40	3	4	16,40		
6,60	11	16	16,60		
6,80	15	22	16,80		
7,00	22	32	17,00		
7,20	60	88	17,20		
7,40	RIFIUTO		17,40		
7,60			17,60		
7,80			17,80		
8,00			18,00		
8,20			18,20		
8,40			18,40		
8,60			18,60		
8,80			18,80		
9,00			19,00		
9,20			19,20		
9,40			19,40		
9,60			19,60		
9,80			19,80		
10,00			20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 05
DPSH5
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 185,67 m s.l.m.

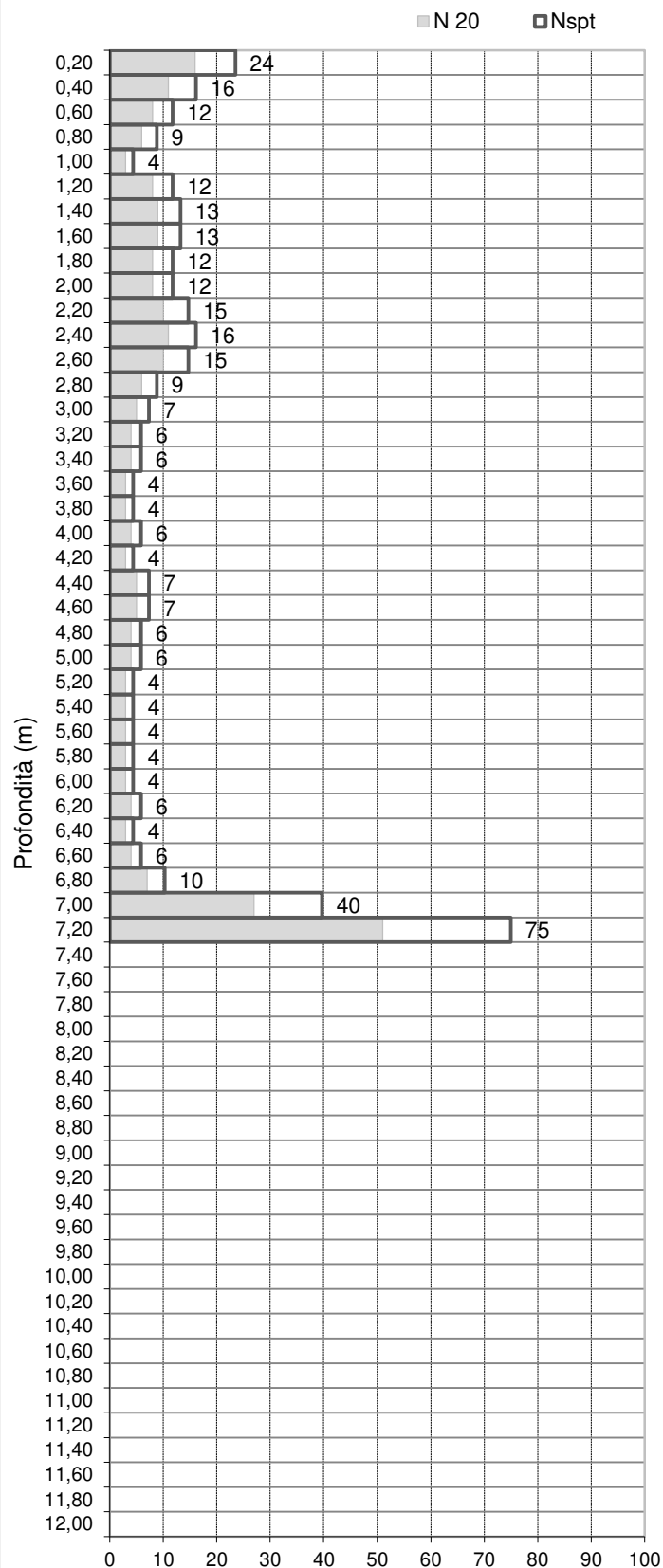
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	16	24	10,20		
0,40	11	16	10,40		
0,60	8	12	10,60		
0,80	6	9	10,80		
1,00	3	4	11,00		
1,20	8	12	11,20		
1,40	9	13	11,40		
1,60	9	13	11,60		
1,80	8	12	11,80		
2,00	8	12	12,00		
2,20	10	15	12,20		
2,40	11	16	12,40		
2,60	10	15	12,60		
2,80	6	9	12,80		
3,00	5	7	13,00		
3,20	4	6	13,20		
3,40	4	6	13,40		
3,60	3	4	13,60		
3,80	3	4	13,80		
4,00	4	6	14,00		
4,20	3	4	14,20		
4,40	5	7	14,40		
4,60	5	7	14,60		
4,80	4	6	14,80		
5,00	4	6	15,00		
5,20	3	4	15,20		
5,40	3	4	15,40		
5,60	3	4	15,60		
5,80	3	4	15,80		
6,00	3	4	16,00		
6,20	4	6	16,20		
6,40	3	4	16,40		
6,60	4	6	16,60		
6,80	7	10	16,80		
7,00	27	40	17,00		
7,20	51	75	17,20		
7,40	RIFIUTO		17,40		
7,60			17,60		
7,80			17,80		
8,00			18,00		
8,20			18,20		
8,40			18,40		
8,60			18,60		
8,80			18,80		
9,00			19,00		
9,20			19,20		
9,40			19,40		
9,60			19,60		
9,80			19,80		
10,00			20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 06
DPSH6
LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA

COMMITTENTE: EURONOV S.p.a.

QUOTA INIZIO: 186,16 m s.l.m.

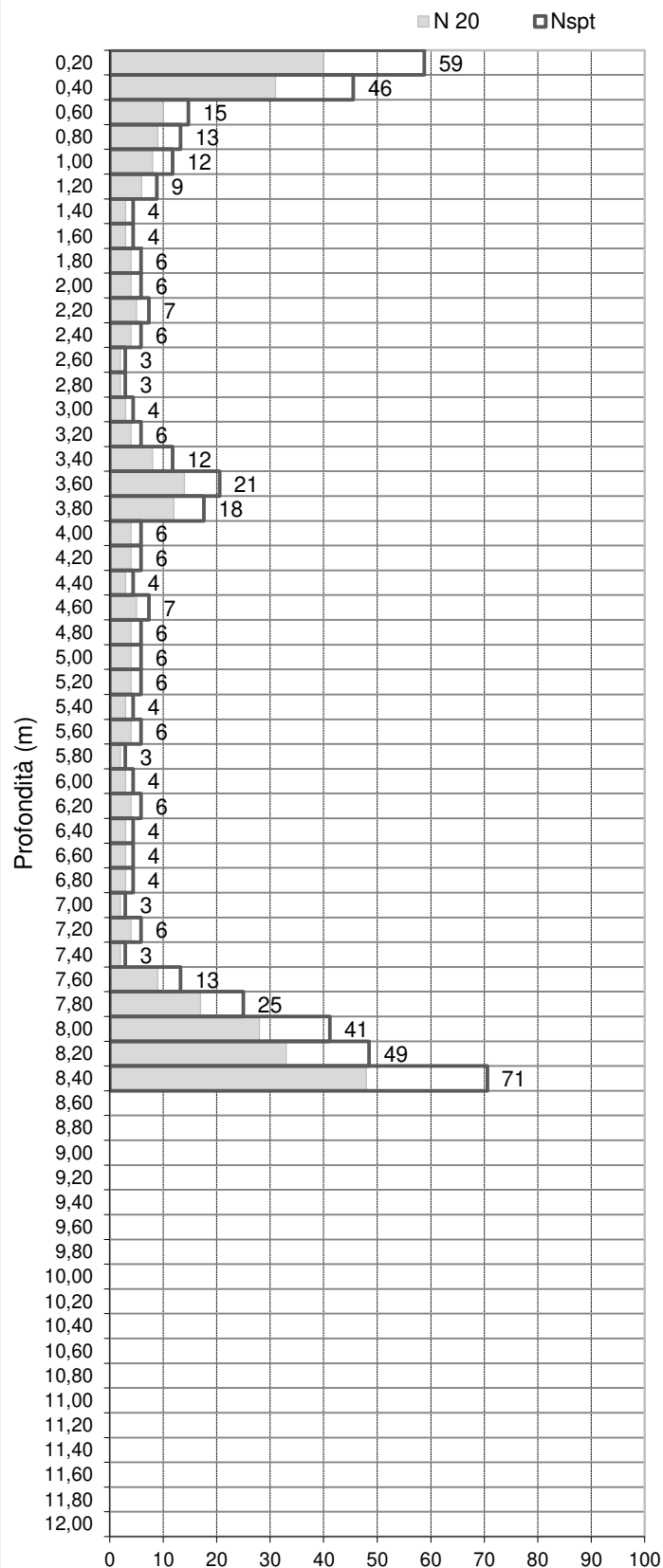
LOCALITA' : Novi Ligure (AL)

LAVORO: Variante n.3 P.I.R.U.

DATA: 01/06/2023

NOTE:

Prof	N 20	Nspt	Prof	N 20	Nspt
<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>	<i>m</i>	<i>n° colpi</i>	<i>n° colpi</i>
0,20	40	59	10,20		
0,40	31	46	10,40		
0,60	10	15	10,60		
0,80	9	13	10,80		
1,00	8	12	11,00		
1,20	6	9	11,20		
1,40	3	4	11,40		
1,60	3	4	11,60		
1,80	4	6	11,80		
2,00	4	6	12,00		
2,20	5	7	12,20		
2,40	4	6	12,40		
2,60	2	3	12,60		
2,80	2	3	12,80		
3,00	3	4	13,00		
3,20	4	6	13,20		
3,40	8	12	13,40		
3,60	14	21	13,60		
3,80	12	18	13,80		
4,00	4	6	14,00		
4,20	4	6	14,20		
4,40	3	4	14,40		
4,60	5	7	14,60		
4,80	4	6	14,80		
5,00	4	6	15,00		
5,20	4	6	15,20		
5,40	3	4	15,40		
5,60	4	6	15,60		
5,80	2	3	15,80		
6,00	3	4	16,00		
6,20	4	6	16,20		
6,40	3	4	16,40		
6,60	3	4	16,60		
6,80	3	4	16,80		
7,00	2	3	17,00		
7,20	4	6	17,20		
7,40	2	3	17,40		
7,60	9	13	17,60		
7,80	17	25	17,80		
8,00	28	41	18,00		
8,20	33	49	18,20		
8,40	48	71	18,40		
8,60	RIFIUTO		18,60		
8,80			18,80		
9,00			19,00		
9,20			19,20		
9,40			19,40		
9,60			19,60		
9,80			19,80		
10,00			20,00		

GRAFICO


- PENETROMETRO PAGANI STATICO/DINAMICO modello "Emilia TG 63-200" da 20 t

- Sistema di battitura: maglio kg 63.5, volata 75 cm.

Risultati delle analisi MASW

Autore: Andrea Basso geologo
Sito: Novi Ligure (AL)
Data: 01/06/2023

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)

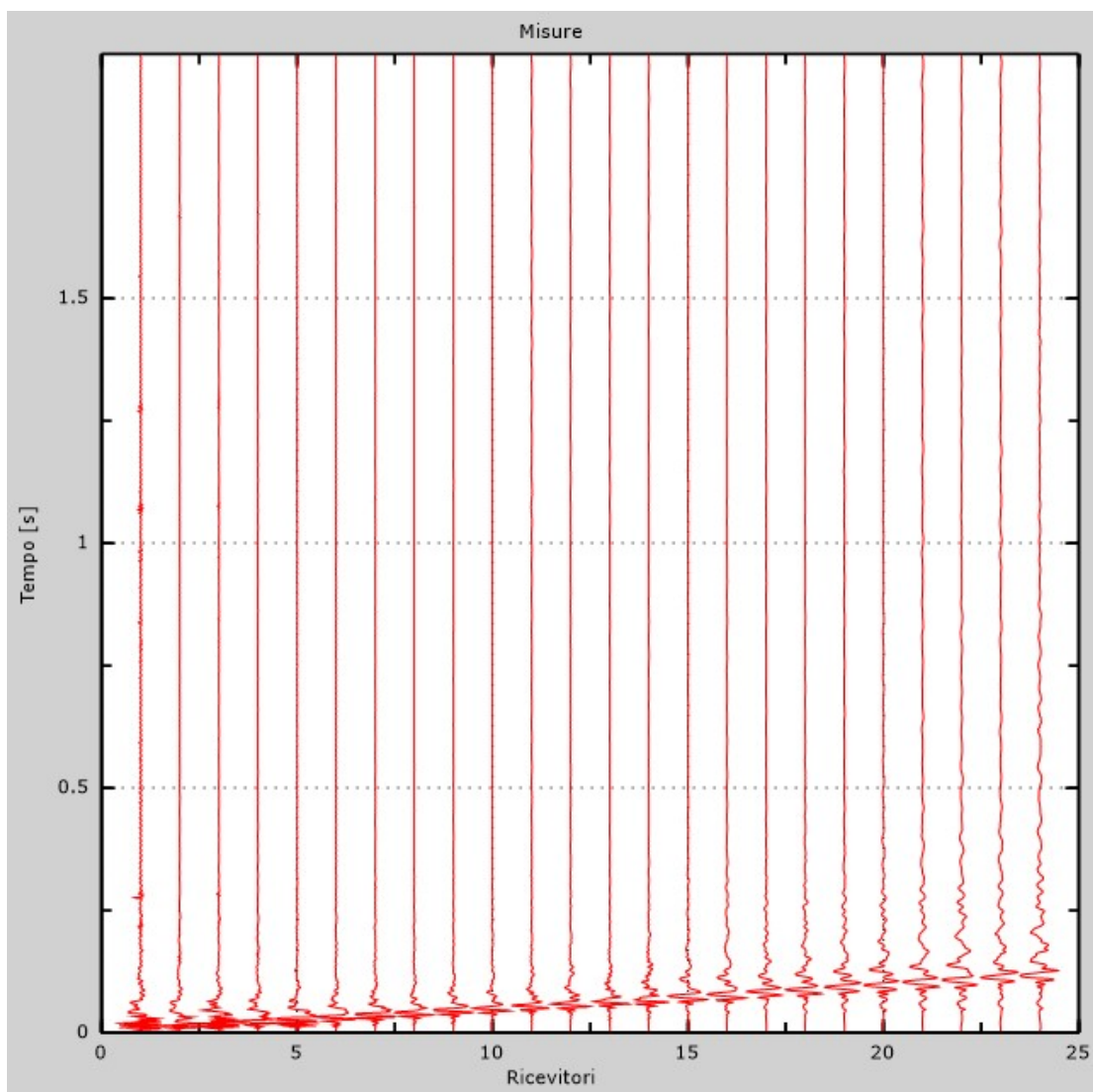


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70Hz

Frequenza iniziale 2Hz

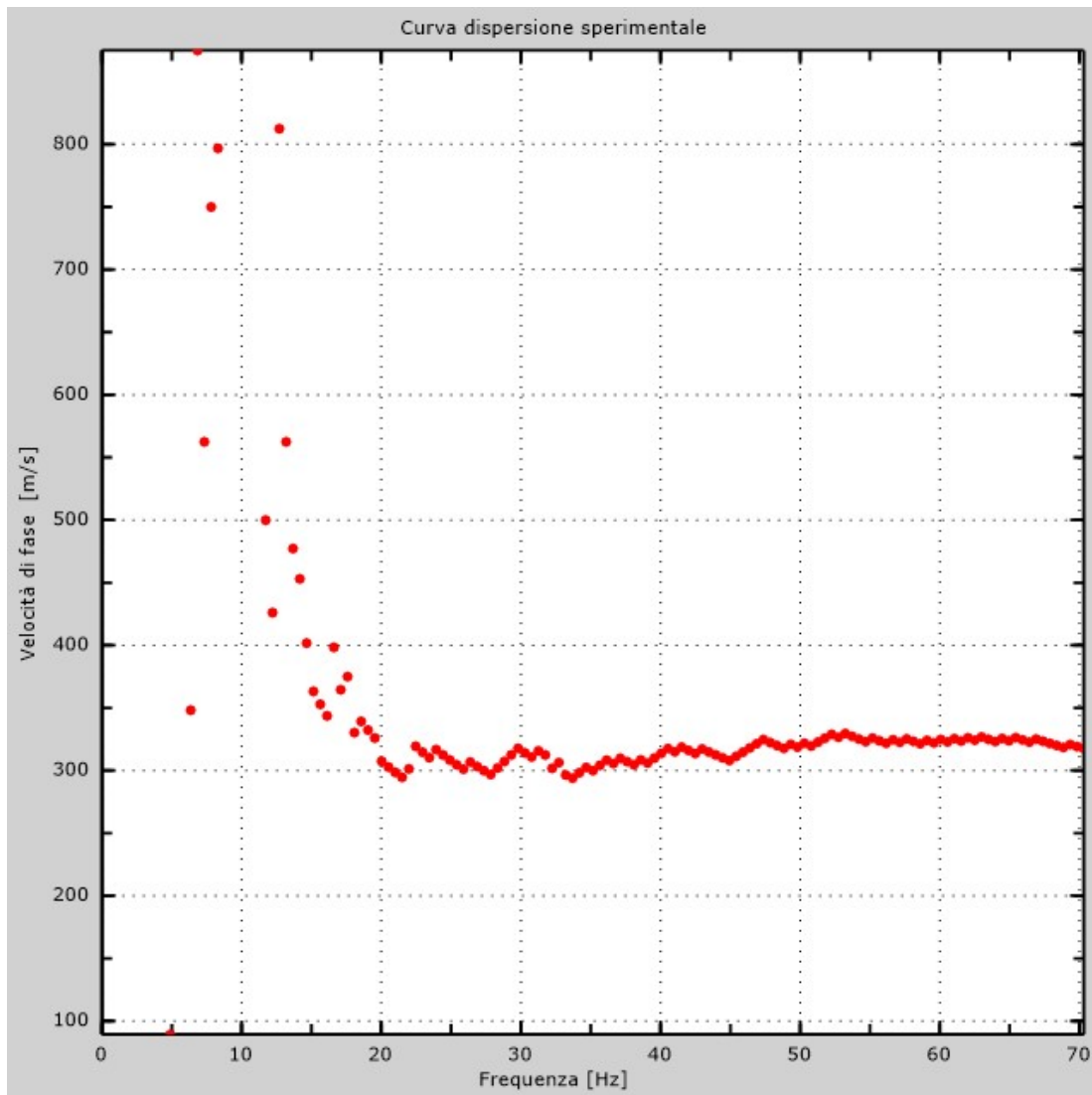


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

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)

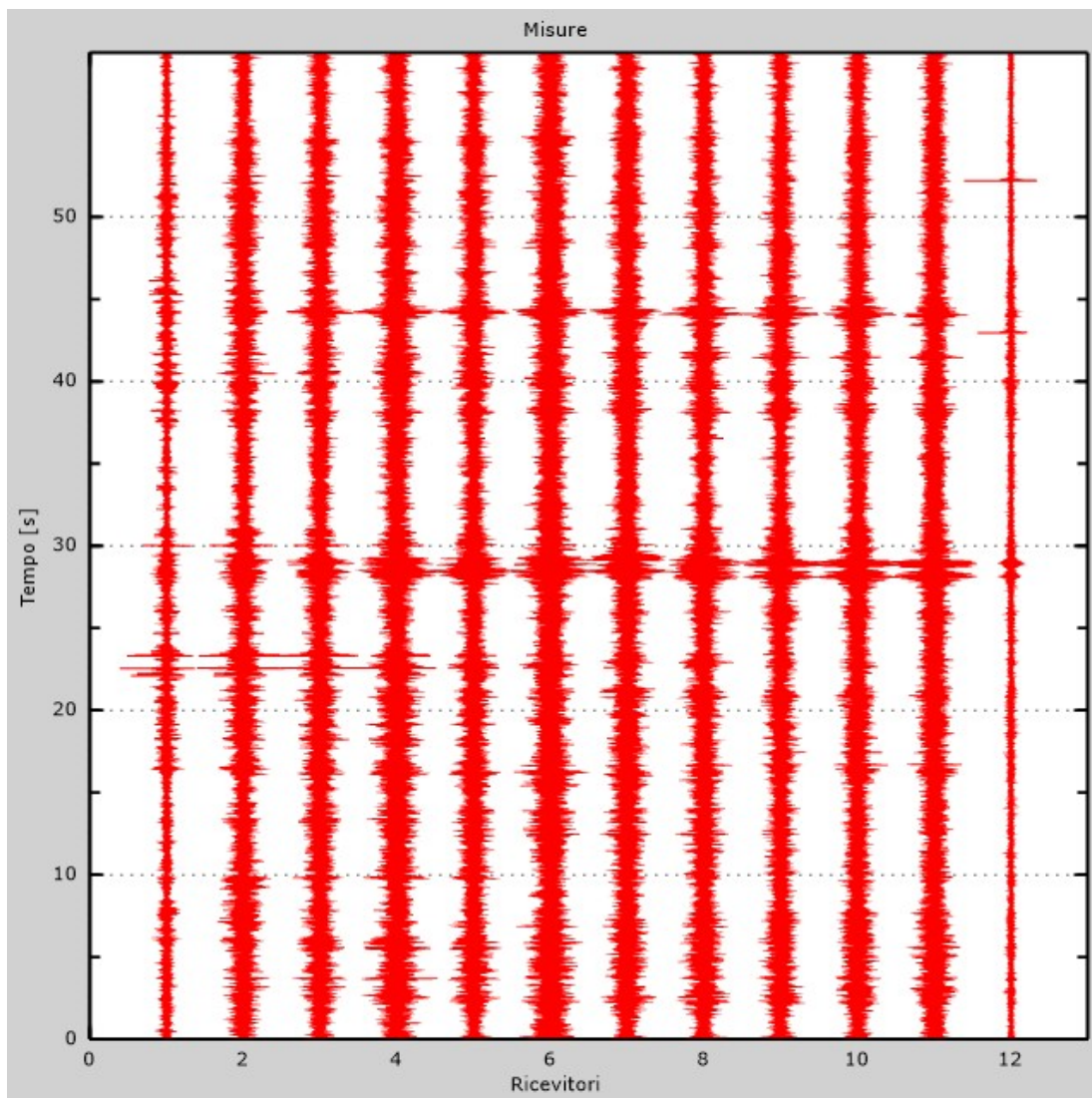


Figura 3: Tracce sperimentali

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]
12.2803	484.091	435.682	532.5
15.7227	351.103	315.993	386.213
19.165	330.812	297.73	363.893
22.6074	318.031	286.228	349.834
26.0498	303.125	272.813	333.438
29.4922	314.583	283.125	346.042
32.9346	301.952	271.756	332.147
36.377	307.02	276.318	337.722
39.8193	312.054	280.848	343.259
43.2617	315.838	284.254	347.422
46.7041	320.257	288.231	352.282
50.1465	320.938	288.844	353.031
53.5889	327.945	295.15	360.739
57.0312	323.014	290.712	355.315

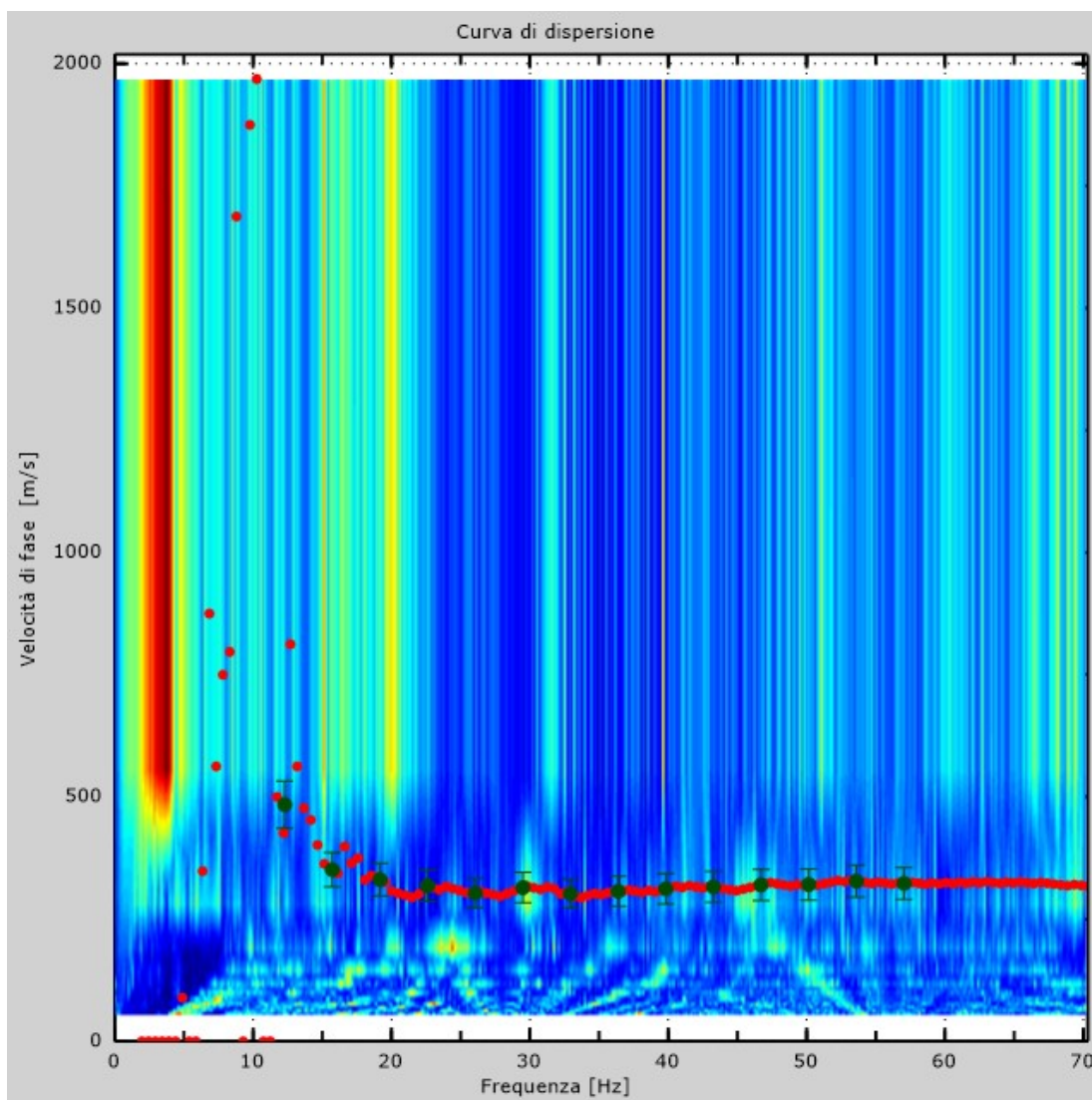


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	6
Spaziatura ricevitori [m]	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]	470
Vp [m/s]	978

Strato 2

h [m]	2
z [m]	-4
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.35
Vs [m/s]	360
Vp [m/s]	749

Strato 3

h [m]	2
z [m]	-6
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.35
Vs [m/s]	200
Vp [m/s]	416

Strato 4

h [m]	2
z [m]	-8
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.33
Vs [m/s]	600
Vp [m/s]	1191

Strato 5

h [m].....	3
z [m].....	-11
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.33
Vs [m/s].....	270
Vp [m/s]	536

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-oo
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.48
Vs [m/s].....	880
Vp [m/s]	4487

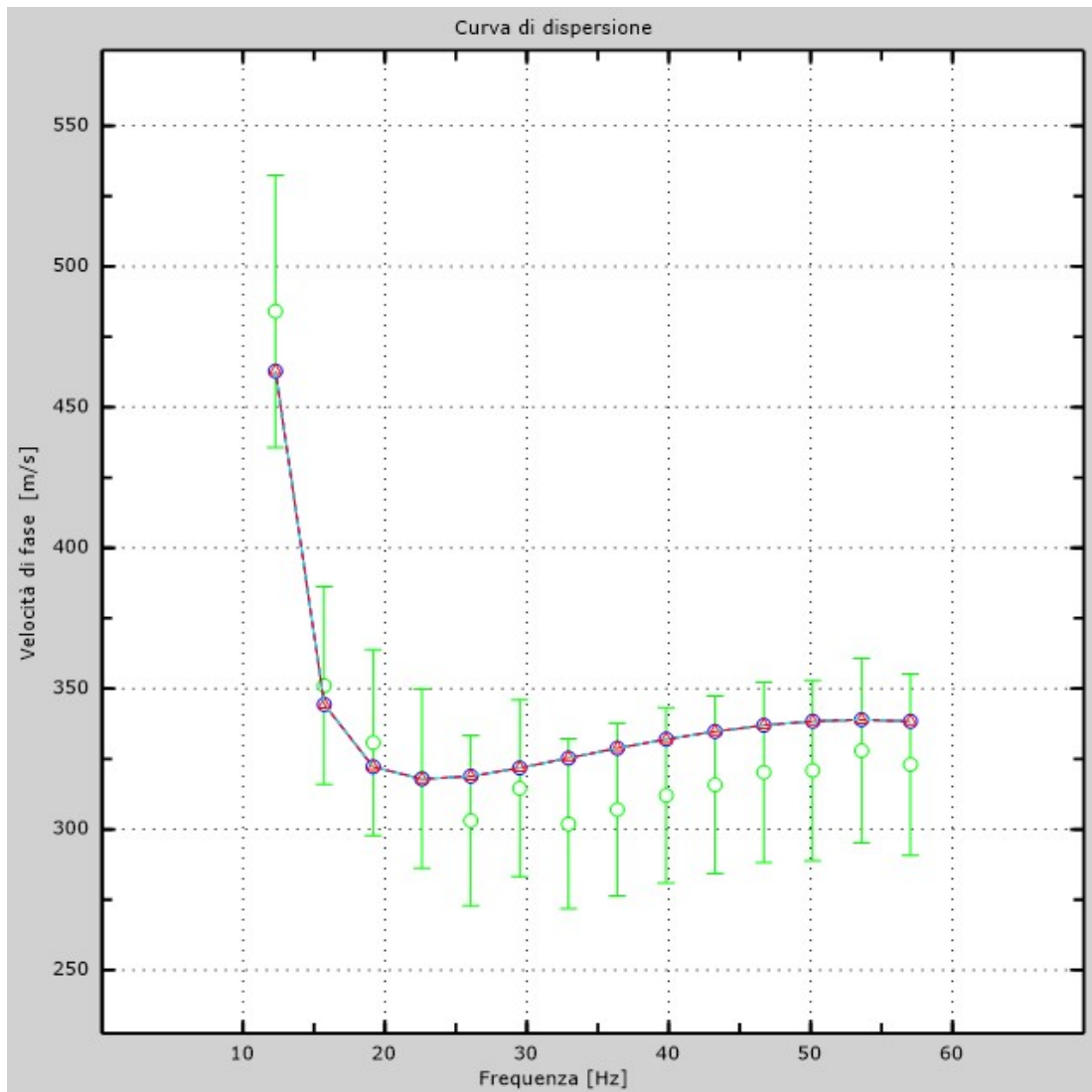


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

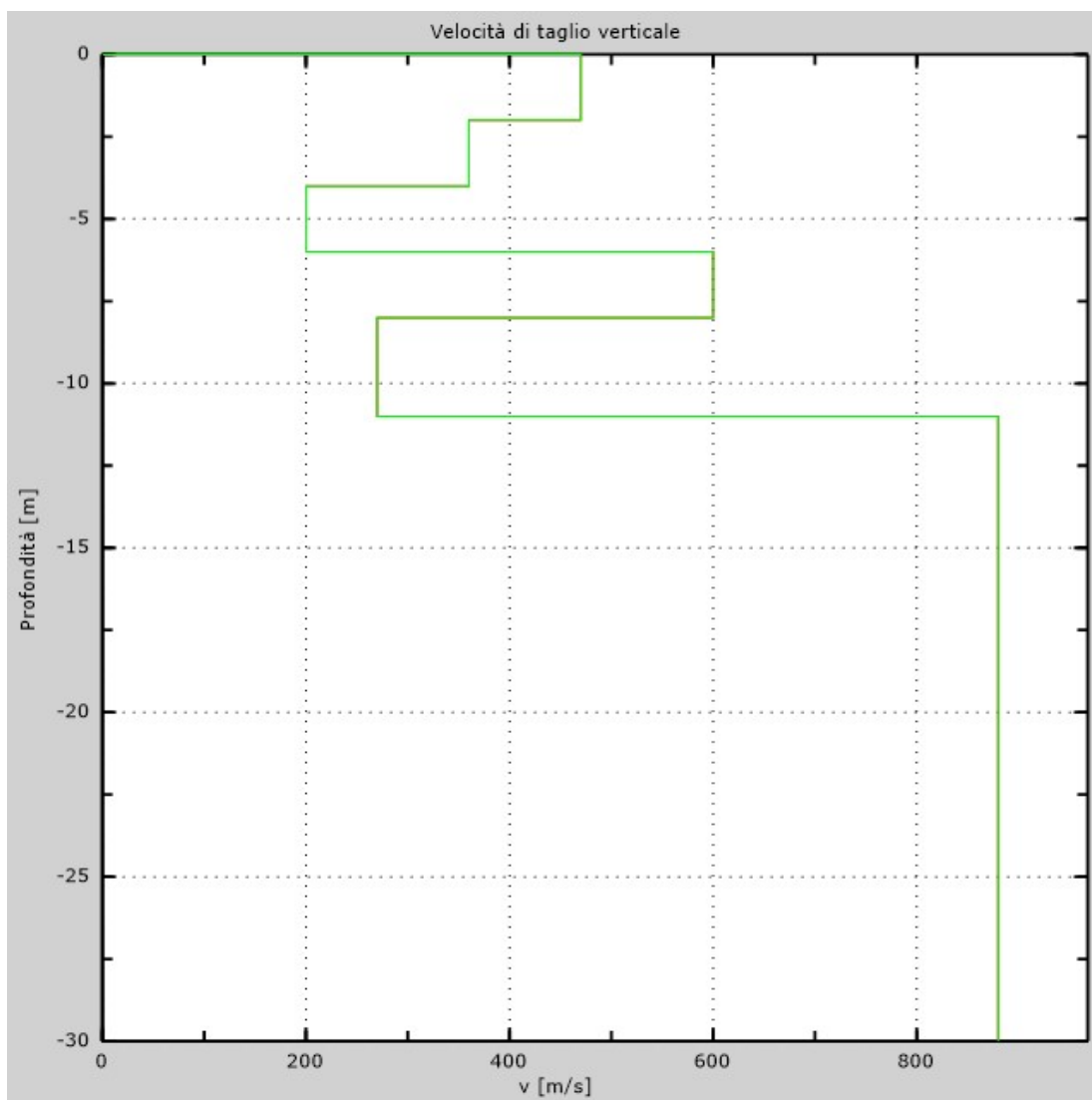


Figura 6: Velocità

6 - Risultati finali

Vseq [m/s]321
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018
Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità
Tipo di suoloC

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.

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: 44,769556 [°]

longitudine: 8,774571 [°]

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	15140	44,791700	8,771332	2475,5
Sito 2	15141	44,794460	8,841643	5974,2
Sito 3	15363	44,744520	8,845508	6254,8
Sito 4	15362	44,741780	8,775250	3089,0

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	2,510	0,182
Danno (SLD)	63	50	0,031	2,484	0,209
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,088	2,422	0,270
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,118	2,437	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	0,334	0,200
SLD	1,500	1,760	1,000	0,009	0,005	0,450	0,200
SLV	1,500	1,620	1,000	0,026	0,013	1,292	0,200
SLC	1,500	1,610	1,000	0,043	0,021	1,741	0,240

Geostru