



Città di Varedo

COMUNE DI VAREDO

(Provincia di Monza e Brianza)

PIANO ATTUATIVO AREA DI TRASFORMAZIONE "B12" progetto definitivo



OGGETTO: RELAZIONE E STUDIO GEOLOGICO

IL TECNICO: geol. Andrea Basso

IL SINDACO :
Diego Marzorati



L'ASSESSORE ALLA PROGRAMMAZIONE DEL TERRITORIO:
Fabrizio Figini

IL RESPONSABILE
Arch. Mirco Belle'

SCALA:

DATA:

TAVOLA:

A4

INDICE

1.) PREMESSA	2
2.) RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3.) GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	6
3.1.) CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	6
3.2.) CARATTERI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI.....	7
4.) IDROGEOLOGIA.....	10
5.) INDAGINI IN SITO.....	12
5.1.) INDAGINI SISMICHE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACES WAVES). 12	
6.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	13
7.) CARATTERIZZAZIONE SISMICA	14
ANALISI SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....	14
8.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	15

ALLEGATI

COROGRAFIA (scala 1:10.000)

PLANIMETRIA PROGETTO E UBICAZIONE PROVE (scala 1:1.500)

ELABORATO PROVE MASW

1.) PREMESSA

La presente relazione contiene i risultati delle indagini geologiche e geofisiche eseguite nei terreni interessati dalla realizzazione di un Piano Attuativo a destinazione residenziale e convenzionata nel Comune di Varedo.

Il progetto prevede l'urbanizzazione di un'area di circa 57.000 mq, sulla quale verrà realizzato un volume di circa 52.700 m³ di edifici residenziali e di circa 11.200 m³ di edifici ad edilizia convenzionata. L'area presenta una estensione massima in pianta approssimativa di 290 x 230 metri.

SCOPO DELL'INDAGINE

Scopo del lavoro è indicare, sulla base dei risultati ottenuti ed in conformità a quanto previsto dalla normativa, le principali caratteristiche litostratigrafiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sottosuolo dell'area oggetto dell'intervento, al fine di accertarne la compatibilità sotto il profilo geologico geomorfologico ed evidenziare in tale ambito eventuali problematiche.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di indagine è situata nel concentrico di Varedo nel settore di territorio comunale compreso tra via Pastrengo e via Longarone, si tratta di un terreno pianeggiante e urbanizzato alla quota di circa 186 metri s.l.m., tale area risulta cartografata sul Foglio 45 "Milano" della Carta d'Italia (scala 1:100.000), sulla tavoletta I.G.M. 45 IV NE "Seveso" (scala 1:25.000) e sulle sezioni B5b4 e B5b5 della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000).



Fotografia aerea dell'area con indicazione approssimata dell'area di intervento

INDAGINI E PROVE ESEGUITE

- Rilievo geologico e geomorfologico dell'area.
- n.2 indagini sismiche tramite tecnica MASW in data 26.11.2013
- Acquisizione del materiale tecnico professionale e bibliografico relativo all'area oggetto di studio.
- Digitalizzazione dei dati acquisiti e loro elaborazione, mediante appositi programmi, per il calcolo delle caratteristiche sismiche e per la realizzazione di tavole illustrative.

Le considerazioni di carattere tecnico relative alle opere previste si basano su dati cartacei e numerici forniti dal Progettista.

2.) RIFERIMENTI NORMATIVI

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D. M. 14 Gennaio 2008
"Norme tecniche per le costruzioni".
- Circ. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti N. 617 del 2 Febbraio 2009
"Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008."
- Ord. Pres. del Consiglio dei Ministri N. 3519 del 28 Aprile 2006 e s.m.i.
"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

Per quanto riguarda lo strumento urbanistico Comunale non sussistono vincoli che interessino l'area in oggetto come è possibile rilevare dalla Carta dei Vincoli, allegato 5 dello "STUDIO GEOLOGICO a supporto del PGT", di cui di seguito si riproduce uno stralcio.

STRALCIO CARTA DEI VINCOLI



L'area inoltre ricade all'interno della Classe 1 della Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di Piano - allegato 6 dello "STUDIO GEOLOGICO a supporto del PGT".

STRALCIO CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO



Classe 1 - fattibilità senza particolari limitazioni

1 Aree non interessabili da fenomeni di dissesto

SISMICA

Simbolo	Sigla	Scenario di pericolosità sismica	Effetti	Fa	Pericolosità
	Z4a	Zone di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali	Amplificazioni litologiche e geometriche	Fa < Soglia	H1

3.) GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1.) CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il territorio comunale di Varedo è situato in una zona pianeggiante posta a sud della zona pedemontana collinare formata principalmente da depositi incoerenti di origine glaciale e fluviale; l'assetto geomorfologico si presta a poche considerazioni, vista la sostanziale uniformità del territorio comunale di Varedo.

L'aspetto del territorio risulta invece profondamente modificato dall'attività antropica sia per la diffusa edificazione sia per il fitto reticolo infrastrutturale, in particolar modo per quanto riguarda gli assi viabilistici principali, i quali hanno introdotto frequenti discontinuità (settori in rilevato e settori in trincea) nel contesto altresì uniforme della superficie topografica; diversamente le morfologie derivanti dalle deposizioni attribuibili ai principali corsi d'acqua della zona (Seveso e Lambro) non risultano immediatamente individuabili sul territorio.

I due corsi d'acqua suddetti, nel corso delle epoche glaciali quaternarie e successivamente ad esse, hanno formato due ampie conoidi alluvionali, i cui depositi sono stati rimaneggiati e trasportati ulteriormente dando origine a corpi sedimentari dalla forma a conoide che però presenta una distribuzione areale molto ampia, tale da renderne difficoltoso il riconoscimento.

Come riportato in precedenza all'azione delle acque si deve aggiungere l'attività dell'uomo che ha contribuito a spianare ulteriormente le superfici sia per motivi legati all'attività agricola sia per la diffusa opera di urbanizzazione, tale azione ha fatto sì che l'andamento dell'antico reticolo idrografico, risulti ricostruibile solamente attraverso approfondite analisi fotogrammetriche e tramite l'osservazione delle variazioni litologiche che caratterizzano i diversi settori di territorio. Queste variazioni permettono di individuare i settori situati all'interno o a ridosso degli antichi alvei (caratterizzate da granulometria grossolana prevalente) e quelli localizzati in aree distali (caratterizzate da granulometria fine).

Per quanto riguarda il settore interessato dall'intervento si può affermare inoltre che la rete idrografica risulta influenzata, oltre che dall'attività antropica, anche dalla litologia del substrato su cui viene a svilupparsi, infatti i depositi del "Diluvium recente" che costituiscono il substrato, essendo caratterizzati da uno spessore molto limitato di deposito superficiale di alterazione appaiono dotati di una maggiore permeabilità superficiale, ciò ha come conseguenza l'assenza quasi totale del reticolo idrografico, in particolar modo quello secondario.

Le caratteristiche litologiche del substrato oltre a caratterizzare la densità del reticolo idrografico ne influenzano anche l'andamento, con corsi d'acqua per lo più rettilinei in presenza di depositi con alta permeabilità superficiale e corsi d'acqua ad andamento più sinuoso in presenza di spessori maggiori dello strato di alterazione.

Dall'analisi delle foto aeree e della cartografia geologica si evidenzia infine la presenza di un paleo alveo del Seveso che scorre con direzione nord-sud nel settore orientale del territorio comunale non lontano dall'area interessata dal progetto.

3.2.) CARATTERI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI

Dai rilievi eseguiti e dalla cartografia geologica disponibile sul territorio comunale di Varedo affiorano i depositi riferibili all'unità denominata "Diluvium recente" di età pleistocenica.

Secondo quanto riportato nelle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia si afferma che "sotto il nome di Diluvium recente vengono compresi quei depositi di natura ghiaioso-sabbioso-argillosa che costituiscono il livello principale della pianura su cui poggia anche la città di Milano"; nel settore di territorio a nord di Milano tali terreni vengono a costituire dei lembi compresi tra le porzioni residue degli antichi alti morfologici, attribuibili al Diluvium antico e medio.

In corrispondenza dei maggiori assi fluviali, in particolare Seveso e Lambro, si rinvengono inoltre depositi più recenti.

I depositi attribuibili al "Diluvium recente" sono quasi costantemente caratterizzati dalla presenza di uno strato superiore di alterazione di 50-100 cm di spessore, tale strato risulta di natura essenzialmente argilloso-sabbiosa e tuttavia non sempre è presente a causa del profondo rimaneggiamento antropico legato, nel passato, alle pratiche agricole ed oggi alla crescente urbanizzazione.

Nel settore settentrionale della pianura milanese, il livello fondamentale della pianura è costituito essenzialmente da ghiaie più o meno sabbiose, con "ciottoli di dimensioni medie e grosse con forma arrotondata e frequente tendenza verso la forma ovale". "Le ghiaie sono nella maggior parte dei casi stratificate e la stratificazione è per lo più determinata da una successione di lenti e strati a granulometria diversa. Sono pure frequenti straterelli sabbiosi che si alternano con ghiaie più o meno grossolane. I ciottoli delle ghiaie sono quasi sempre mescolati con notevole quantità di sabbia, per cui più che di ghiaie si deve parlare di ghiaie sabbiose. L'argilla è pure presente molto spesso negli strati superficiali e talora si mescola con la ghiaia e la sabbia sino ad una certa profondità".

La connotazione geologica dell'area considerata è ben evidenziata dalla Carta geologica e geomorfologica e dalla relativa legenda di seguito riportata che rappresenta uno stralcio allegato 1 dello "STUDIO GEOLOGICO a supporto del PGT".



Elementi geologici



Diluvium recente - Depositi fluvioglaciali Wurmiani (Pleistocene Sup.)

Elementi geomorfologici



Paleovalvei

Dall'esame della suddetta carta geologica si può riconoscere in sito la presenza di un'unica unità geologica le cui caratteristiche vengono riportate di seguito.

Diluvium recente

Tali alluvioni sono composte da sedimenti fluvioglaciali depositatisi sia durante il periodo interglaciale Riss, che durante il seguente periodo interglaciale Wurm. Nella zona in esame è impossibile distinguere gli antichi orli di terrazzi, ormai obliterati, che ne permettevano una netta distinzione, quindi le due unità descritte separatamente di seguito, nella zona di studio, verranno accorpate costituendo una unica formazione.

Fluvioglaciale Wurm

I depositi fluvioglaciali wurmiani sono caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice con locali lenti di argilla. Essi costituiscono i depositi del "livello fondamentale della pianura" ed in essi è rilevabile una variazione dai termini grossolani ai termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale del territorio comunale. Questa variazione è da collegare alla riduzione, verso sud, dell'energia dell'agente di trasporto e di deposizione. I depositi wurmiani a differenza dei depositi mindelliani presentano superiormente un livello di natura

sabbioso argillosa. Se tale livello manca, perché asportato dall'intervento antropico può apparire uno strato ghiaioso sabbioso.

Fluvioglaciale Riss

Si tratta di depositi costituiti da ciottoli grossolani arrotondati con ghiaie in matrice sabbiosa giallo ocracea, con locale presenza di lenti conglomeratiche. I ciottoli presenti derivano da graniti, porfiri dioriti e raramente da calcari. Il deposito rissiano è soggetto ad un'alterazione superficiale determinante caratteristiche analoghe a quelle del "Ferretto" mindeliano ma con uno spessore ed un'evidenza minori. L'alterazione subita dai depositi rissiani è stata determinata da particolari condizioni climatiche, favorenti processi pedogenici; oltre allo stato di alterazione è rilevabile la presenza di materiale limoso (Loess) di natura eolica. I depositi fluvio-glaciali rissiani formano terrazzi a quota intermedia tra quelli più elevati mindeliani e la pianura circostante più depressa.

4.) IDROGEOLOGIA

L'assetto litologico del territorio comunale sembra indicare una buona uniformità della geologia di superficie, testimoniata dalla presenza di due unità arealmente estese; in realtà, man mano che ci si spinge in profondità, attraverso la correlazione dei dati stratigrafici raccolti, si osserva una graduale differenziazione sia all'interno delle stesse unità, che non si sono depositate dappertutto con le medesime modalità, che al passaggio verso le unità più antiche sottostanti. Inoltre i dati disponibili non permettono di delineare con precisione l'andamento cronostratigrafico delle diverse unità, cosicché si preferisce generalmente riferirsi più semplicemente a "litozone" sufficientemente continue in estensione ed omogenee sotto il profilo litologico.

In bibliografia si distinguono generalmente i depositi del "*Livello fondamentale della pianura*" rappresentati soprattutto da ghiaie e sabbie passanti a sabbie prevalenti, dai sottostanti conglomerati ("*Cecco*") e dai sedimenti prevalentemente argilloso-limosi con sabbie e ghiaie subordinate dell' "*Unità Villafranchiana*". Questa ultima costituisce la base impermeabile degli acquiferi sovrastanti e contiene essa stessa acquiferi generalmente riuniti sotto la denominazione di "acquiferi profondi".

Nella descrizione che segue ci si riferirà a tale tipo di suddivisione generale, che considera il primo acquifero sovrastante l'Unità Villafranchiana e comprendente la falda superficiale freatica e falde semi-artesiane talora presenti e con essa in comunicazione, limitate da setti impermeabili privi di grande potenza e continuità laterale.

Vengono invece riuniti sotto la denominazione di secondo acquifero i depositi contenenti le falde in pressione appartenenti all'Unità Villafranchiana, separati dai precedenti da livelli impermeabili arealmente molto estesi e spesso di spessore significativo.

Nell'area di studio il primo acquifero è costituito essenzialmente dalla *litozona ghiaioso-sabbiosa* che verso sud vede una graduale diminuzione della granulometria dei sedimenti, a favore delle sabbie con ghiaie e lenti di argille e limi subordinati, ed un aumento dello spessore complessivo della litozona stessa.

In linea generale si può osservare che il tetto della litozona meno permeabile, rappresentata dalla Unità Villafranchiana, si approfondisce da nord verso sud, dove risulta spesso difficilmente individuabile per la scarsità di dati a disposizione.

Il tetto di tale formazione si presenta piuttosto irregolare, mentre le variazioni laterali sono graduali, salvo in corrispondenza di paleoalvei, che costituiscono antichi alvei riempiti da sedimenti mediamente più grossolani dei circostanti depositi fluvioglaciali; tali paleoalvei sono legati alla migrazione del letto del Seveso.

Tale semplificazione, valida a scala regionale, e' però poco rappresentativa alla scala locale in quanto le molteplici divagazioni delle fiumare postglaciali e interglaciali hanno costituito una più

complessa struttura stratigrafica, tanto che appare ardua una correlazione in mancanza di perforazioni tra loro vicine.

Per quanto riguarda la situazione locale i dati bibliografici disponibili (in particolare si fa riferimento all'allegato 2 Carta idrogeologica e dell'idrografia superficiale dello "STUDIO GEOLOGICO a supporto del PGT" la quale indica che la falda freatica presenta una direzione di deflusso principale rivolta a sudest e una quota piezometrica sul sito di circa 139-140 m slm, da cui deriva una soggiacenza di circa 45-48 metri rispetto al piano campagna, con oscillazioni stagionali evidenti (anche 4-5 metri) solo in prossimità di aree interessate da sistemi di irrigazione.

5.) INDAGINI IN SITO

Al fine di fornire integrare i dati bibliografici reperiti per il sito in oggetto, oltre al rilevamento di superficie, sono state eseguite due prove sismiche con tecnica masw (la cui ubicazione è stata riportata nella planimetria allegata), mirate in particolare alla verifica dell'assetto stratigrafico locale oltre che delle caratteristiche sismiche dei terreni caratterizzanti l'area (Si ricorda che le suddette prove hanno valenza di indicazione e si dovranno eseguire adeguati approfondimenti in fase di progettazione strutturale delle opere).

5.1.) INDAGINI SISMICHE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACES WAVES)

La prova MASW consente una accurata ricostruzione del profilo di velocità; a tal fine è stato utilizzato per entrambe le prove uno stendimento di 24 geofoni, con interdistanza geofonica pari a 2,00 m; l'ubicazione degli stendimenti, nonché la descrizione di dettaglio della metodologia di interpretazione e dei risultati ottenuti sono riportate in allegato.

Le misure sperimentali sono state elaborate per mezzo di uno specifico programma che crea un modello monodimensionale di velocità coerente con i valori misurati; di seguito viene sintetizzata la stratigrafia sismica ottenuta:

MASW N. 1

- Fino alla profondità di circa 2 metri sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 270 m/s (indice di materiali a granulometria fine prevalente a basso grado di addensamento);
- Tra 2 metri e 8 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 370 m/s (indice di materiali a granulometria medio grossolana);
- Tra 8 metri e 16 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 610 m/s circa (indice di materiali a granulometria grossolana molto addensati).
- Oltre 16 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs progressivamente crescenti, comprese tra 500 m/s e 700 m/s circa (indice di materiali a granulometria grossolana a grado di addensamento progressivamente crescente).

MASW N. 2

- Fino alla profondità di circa 2 metri sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 270 m/s (indice di materiali a granulometria fine prevalente a basso grado di addensamento);
- Tra 2 metri e 8 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 470 m/s (indice di materiali a granulometria medio grossolana);
- Tra 8 metri e 16 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs di circa 780 m/s circa (indice di materiali a granulometria grossolana molto addensati).
- Oltre 16 metri circa sono presenti materiali caratterizzati da velocità Vs progressivamente crescenti, comprese tra 600 m/s e 640 m/s circa (indice di materiali a granulometria grossolana a grado di addensamento variabile).

6.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

L'analisi di dati bibliografici inerenti stratigrafie e prove geotecniche eseguite sul territorio comunale indicano per l'area oggetto di indagine una buona uniformità dei materiali, la principale variabile è rappresentata dallo spessore della coltre di alterazione superficiale.

I dati reperiti consentono pertanto di fornire una stima preliminare dei parametri geotecnici del substrato, tali parametri rappresentano una indicazione di massima sulle caratteristiche dei materiali e non dovranno essere utilizzati per la progettazione delle strutture, per le quali dovranno essere eseguiti specifici approfondimenti geotecnici e geofisici la cui definizione dovrà essere stabilita in funzione delle opere a progetto.

DILUVIUM RECENTE (ghiaie sabbioso-limose)

angolo di attrito efficace	φ'	=	27 - 35°
coesione drenata	C'	=	- kPa
coesione non drenata	C_u	=	0 kPa*
peso di volume naturale	γ'	=	18-20 kN/m ³
densità relativa	D_r	=	50 80%
* condizioni non drenate			

7.) CARATTERIZZAZIONE SISMICA

ANALISI SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Varedo, sul quale l'area in oggetto si colloca, è classificato 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 O.P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003 recante modifiche e integrazioni della precedente e con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006, "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*".

L'Italia è suddivisa in zone sismiche con 4 classi di pericolosità (dove PGA indica il picco di accelerazione gravitazionale):

zona **1** (alta): PGA 0,25g. E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti;

zona **2** (media): 0,15 PGA < 0,25g. Zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti;

zona **3** (bassa): 0,05 PGA < 0,15g. Zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti;

zona 4 (molto bassa) PGA < 0,05g. Zona meno pericolosa, con possibilità di danni sismici bassi.

In base alla Carta della pericolosità sismica locale facente parte della componente geologica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Varedo, che riporta il risultato dell'analisi sismica di 1° e 2° livello, l'area in oggetto ricade in classe Z4a. Si tratta di: "Zona di fondovalle/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi, con possibili effetti di amplificazioni litologiche e geometriche".

L'analisi di 2° livello relativa al territorio comunale di Varedo riportata nel Piano di Governo del Territorio ha stabilito che, per entrambi i periodi (Fa 0,1-0,5 s e Fa 0,5-1,5s), i valori di Fa sono inferiori ai valori Fa soglia definito per il territorio in esame e per il tipo di suolo considerato, pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1).

A tal proposito si segnala che le misure eseguite per la presente indagine (prove masw) hanno confermato per i due punti indagati l'attribuzione della categoria di suolo B.

8.) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento alle considerazioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche precedentemente fatte si possono trarre le seguenti conclusioni:

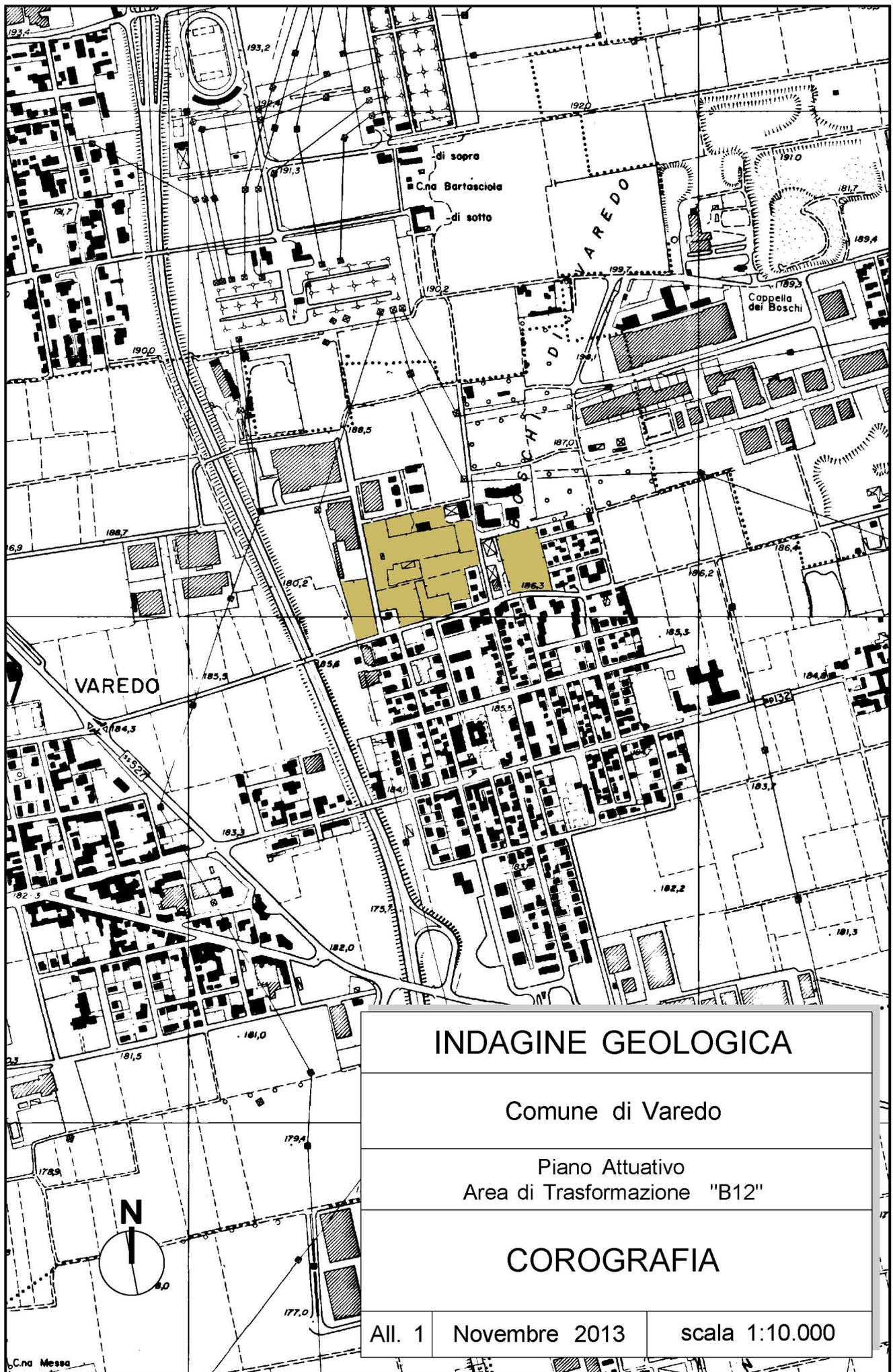
- L'intervento in progetto è ubicato nel concentrico del Comune di Varedo (MB) in zona, dal punto di vista morfologico, pianeggiante e urbanizzata. In base ai rilievi eseguiti il sottosuolo dell'area indagata è costituito in prevalenza da depositi quaternari di origine glaciale e fluvioglaciale a differenti caratteristiche geotecniche, ma con comportamento prevalentemente incoerente;
- I terreni in oggetto presentano una permeabilità primaria estremamente variabile in funzione dei cambiamenti litologici e granulometrici dei depositi, in genere da media a elevata. Si possono però potenzialmente formare modeste falde sospese di carattere stagionale legate all'andamento delle precipitazioni;
- La circolazione delle acque superficiali attualmente è limitata al dilavamento del piano campagna, senza evidenze di fenomeni di erosione o ruscellamento superficiale in atto anche nelle zone limitrofe. In fase esecutiva si dovrà prevedere di effettuare un corretto convogliamento e allontanamento dal terreno delle acque di scolo meteoriche e del primo sottosuolo, e, al fine di preservare la funzione regimante del suolo e della copertura vegetale, di stabilizzare e inerbire i riporti di terra effettuati, nonché le altre zone che a fine lavori saranno prive di cotico erboso;
- Per quanto riguarda il reticolo idrografico dell'area, non si segnala la presenza di corsi d'acqua nelle vicinanze del terreno oggetto di studio. La morfologia del territorio fa sì che i principali corsi d'acqua si impostino nei fondo valle;
- In base alla "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano" facente parte della componente geologica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Varedo, l'area oggetto di studio cade in classe 1, fattibilità senza particolari limitazioni. Inoltre in base alla Carta dei vincoli non risulta la presenza di alcun vincolo;
- Dal rilievo geologico e morfologico superficiale eseguito e dai dati bibliografici raccolti, fermo restando l'attuale situazione del suolo e a condizione che le opere siano realizzate seguendo le buone regole dell'arte, al momento non si evidenziano problematiche geologiche tali da inficiare la realizzazione del progetto previsto;

- In fase di progetto esecutivo andranno eseguiti approfondimenti d'indagine di natura geotecnica e geofisica mediante esecuzione di prove in sito e/o di laboratorio, così come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla 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, tali approfondimenti dovranno essere finalizzati alla definizione di dettaglio dello spessore della coltre di alterazione superficiale, alla corretta e adeguata parametrizzazione delle caratteristiche dei terreni interessati dalle opere nonché alla definizione di dettaglio dei parametri sismici locali.

Ovada, novembre 2013



geologo Andrea Basso



INDAGINE GEOLOGICA

Comune di Varedo

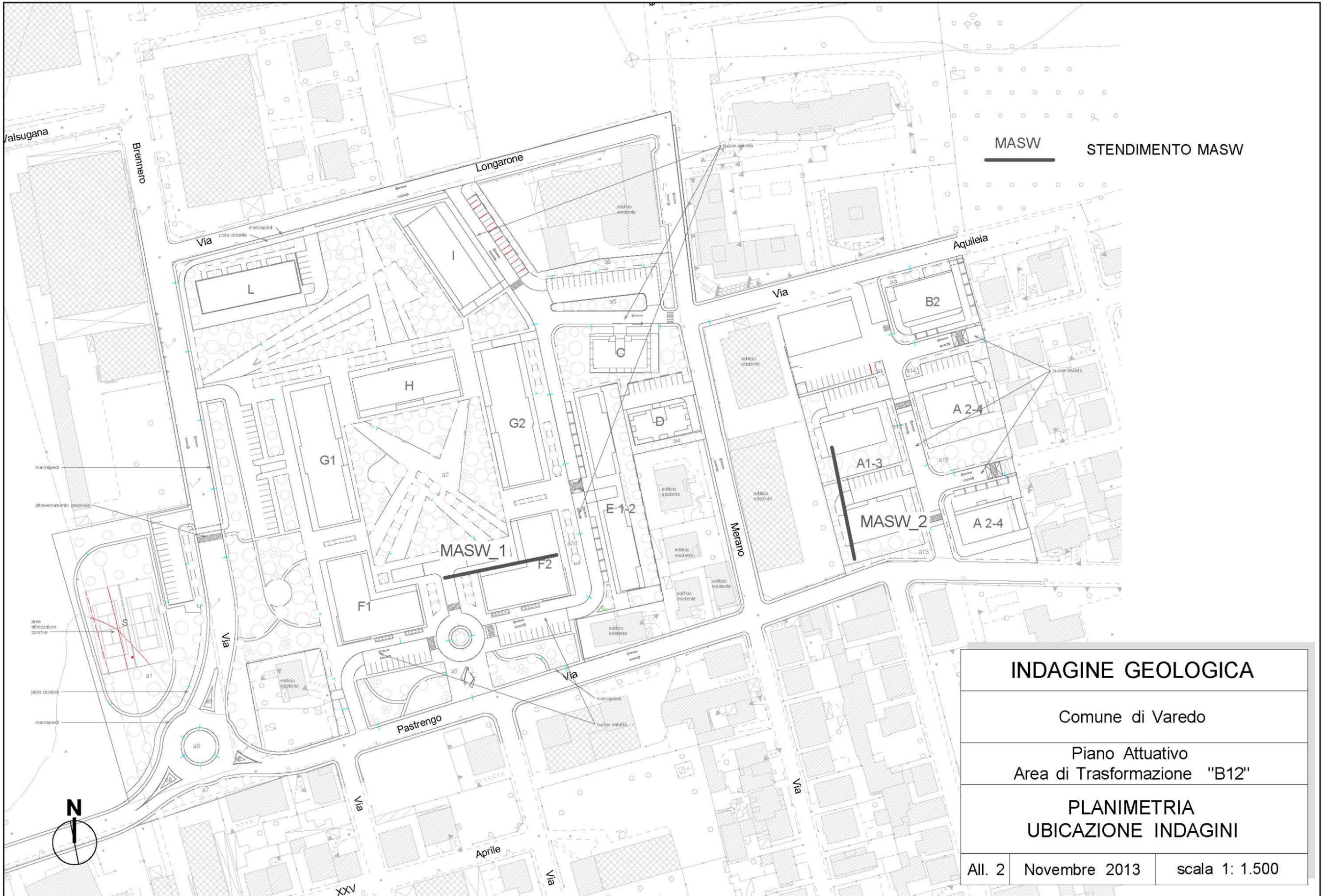
Piano Attuativo
Area di Trasformazione "B12"

COROGRAFIA

All. 1

Novembre 2013

scala 1:10.000



MASW STENDIMENTO MASW

INDAGINE GEOLOGICA		
Comune di Varedo		
Piano Attuativo Area di Trasformazione "B12"		
PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI		
All. 2	Novembre 2013	scala 1: 1.500

Risultati delle analisi MASW

Autore: Andrea Basso
Sito: Varedo (MB)
Data: 26.11.2013

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

1 - Dati sperimentali (1)

Numero di ricevitori.....	24
Distanza tra i sensori:	2 m
Numero di campioni temporali	2000
Passo temporale di acquisizione	1 ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....	0 ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	1999 ms

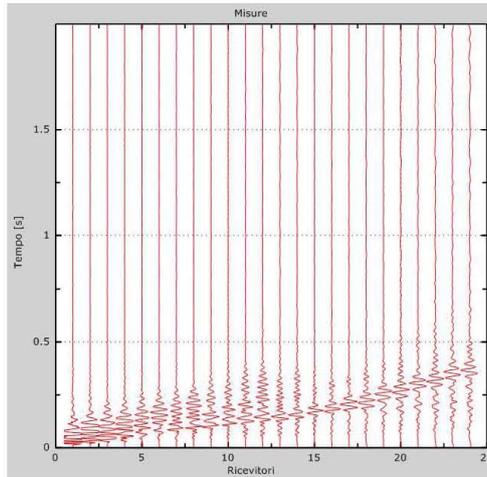


Figura 1: Tracce sperimentali

2 – Dati sperimentali (tecnica passiva) (1)

Numero di ricevitori.....	12
Numero di campioni temporali	3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione	2 ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....	0 ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	179998 ms

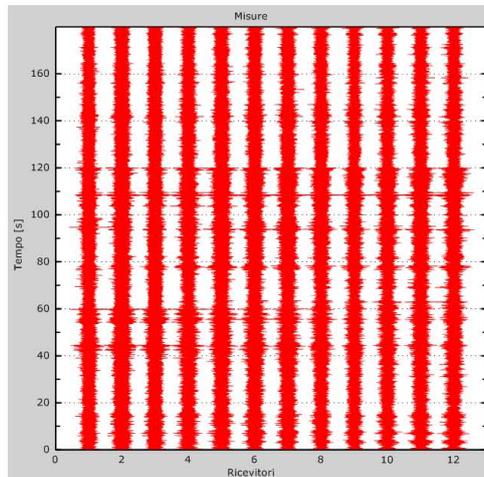


Figura 3: Tracce sperimentali

3 - Risultati delle analisi (1)

Frequenza finale..... 70Hz
Frequenza iniziale..... 2Hz

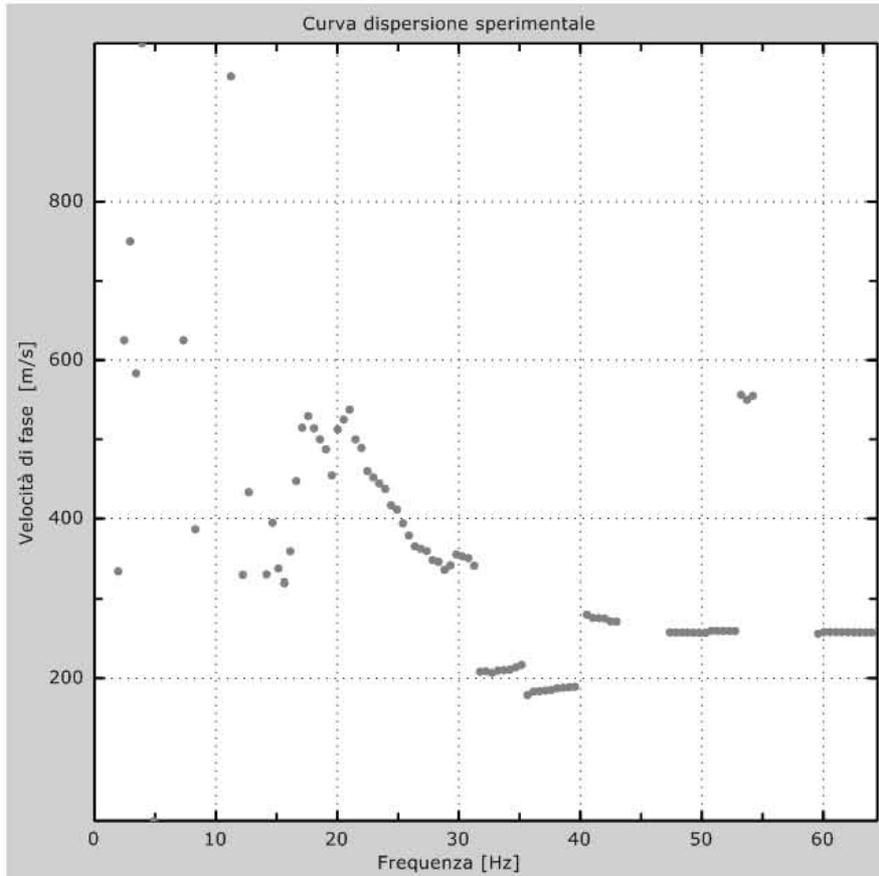


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

4 - Curva di dispersione (1)

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
3.00649	599.446	449.692	749.2
14.5478	378.559	266.243	490.874
19.0423	487.13	348.608	625.653
25.8673	389.79	311.169	468.411
33.7465	225.06	123.976	326.145
42.6799	284.962	187.622	382.302
52.4457	258.755	161.415	356.095
64.3754	262.499	172.646	352.352

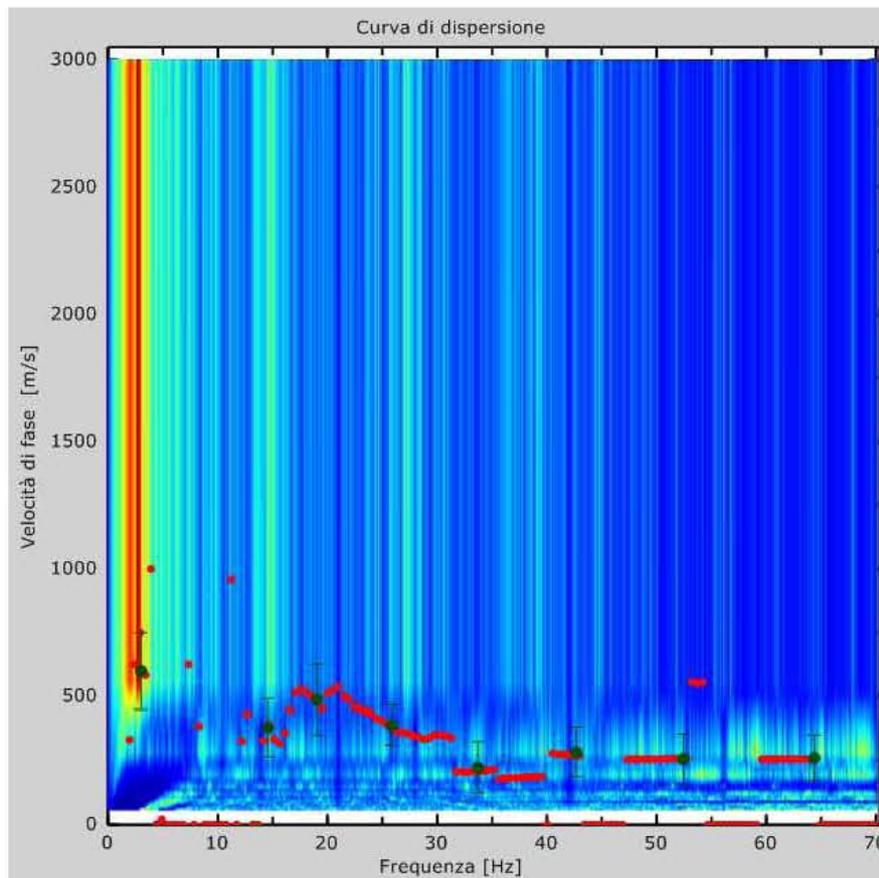


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito (1)

Numero di strati (escluso semispazio).....	6
Spaziatura ricevitori [m].....	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi.....	1
Numero iterazioni	50

Strato 1

h [m].....	2
z [m].....	-2
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	271
Vp [m/s].....	507
Vs min [m/s].....	146
Vs max [m/s]	407
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	271

Strato 2

h [m].....	6
z [m].....	-8
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	372
Vp [m/s].....	696
Vs min [m/s].....	158
Vs max [m/s]	558
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	372

Strato 3

h [m].....	8
z [m].....	-16
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	613
Vp [m/s].....	1147
Vs min [m/s].....	217
Vs max [m/s]	920
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	613

Strato 4

h [m].....	10
z [m].....	-26
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	509
Vp [m/s].....	952
Vs min [m/s]	271
Vs max [m/s]	764
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	509

Strato 5

h [m].....	10
z [m].....	-36
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	589
Vp [m/s].....	1102
Vs min [m/s]	271
Vs max [m/s]	884
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	589

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-∞
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.48
Vs [m/s].....	693
Vp [m/s].....	3534
Vs min [m/s]	333
Vs max [m/s]	1040
Falda presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	693

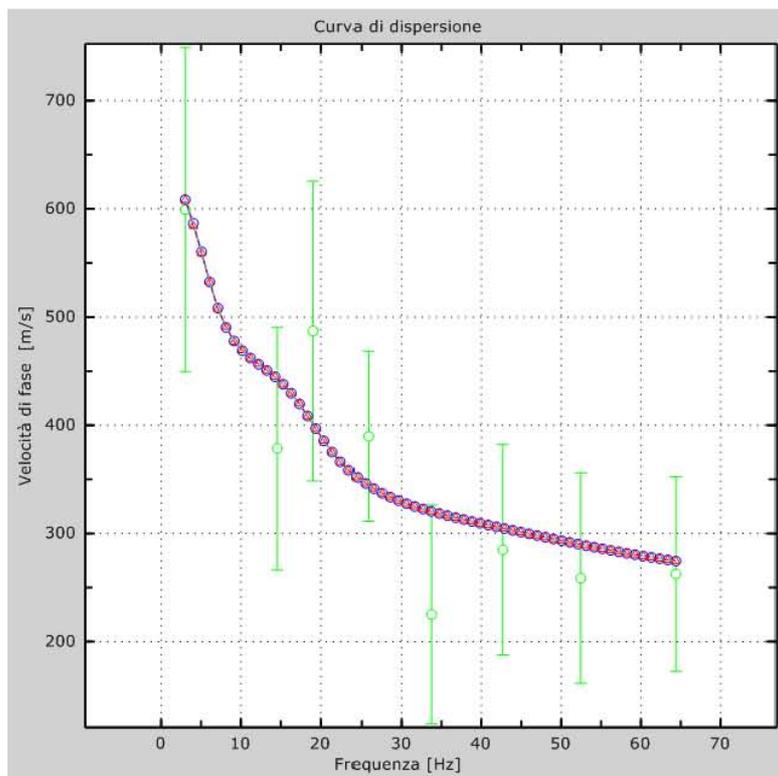


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

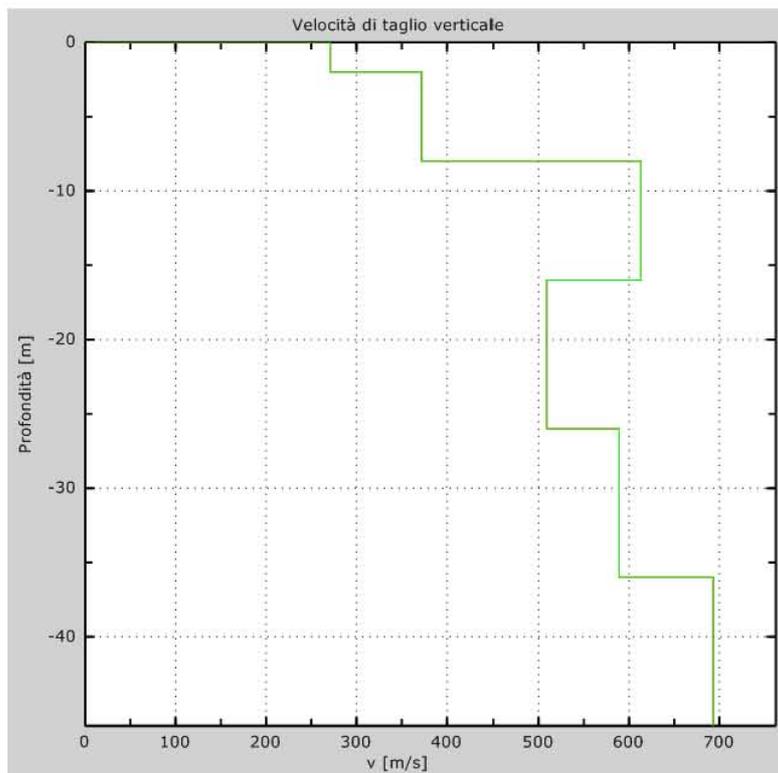


Figura 6: Velocità

1 - Dati sperimentali (2)

Numero di ricevitori.....	24
Distanza tra i sensori:	2 m
Numero di campioni temporali	2000
Passo temporale di acquisizione	1 ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....	0 ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	1999 ms

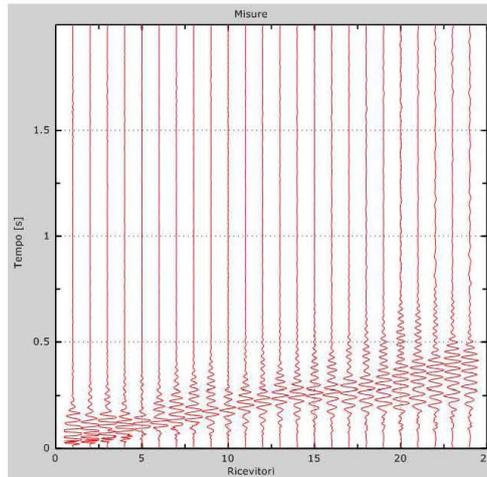


Figura 1: Tracce sperimentali

2 – Dati sperimentali (tecnica passiva) (2)

Numero di ricevitori.....	12
Numero di campioni temporali	3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione	2 ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....	0 ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	179998 ms

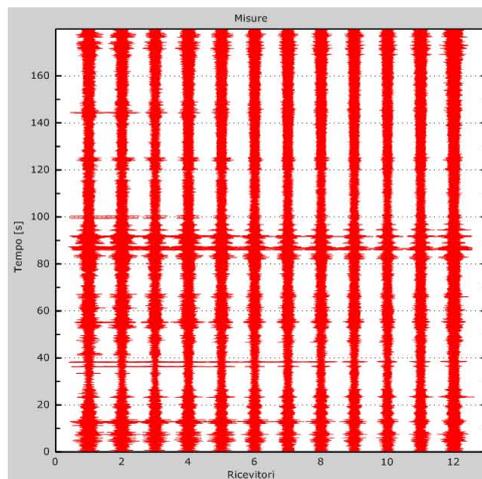


Figura 3: Tracce sperimentali

3 - Risultati delle analisi (2)

Frequenza finale..... 50Hz
Frequenza iniziale..... 2Hz

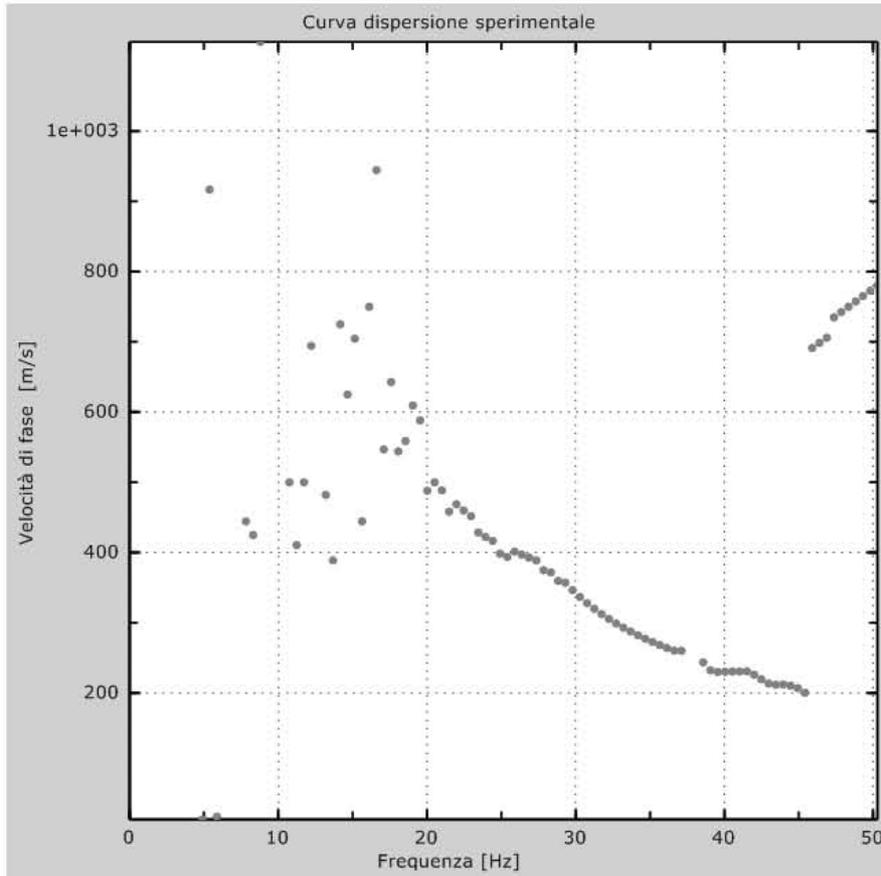


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

4 - Curva di dispersione (2)

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
1.87265	569.495	423.485	715.506
11.6361	490.874	329.888	651.86
16.9544	599.446	367.327	831.565
23.4634	427.229	344.864	509.594
36.8782	251.267	176.39	326.145
45.4113	195.11	135.208	255.011

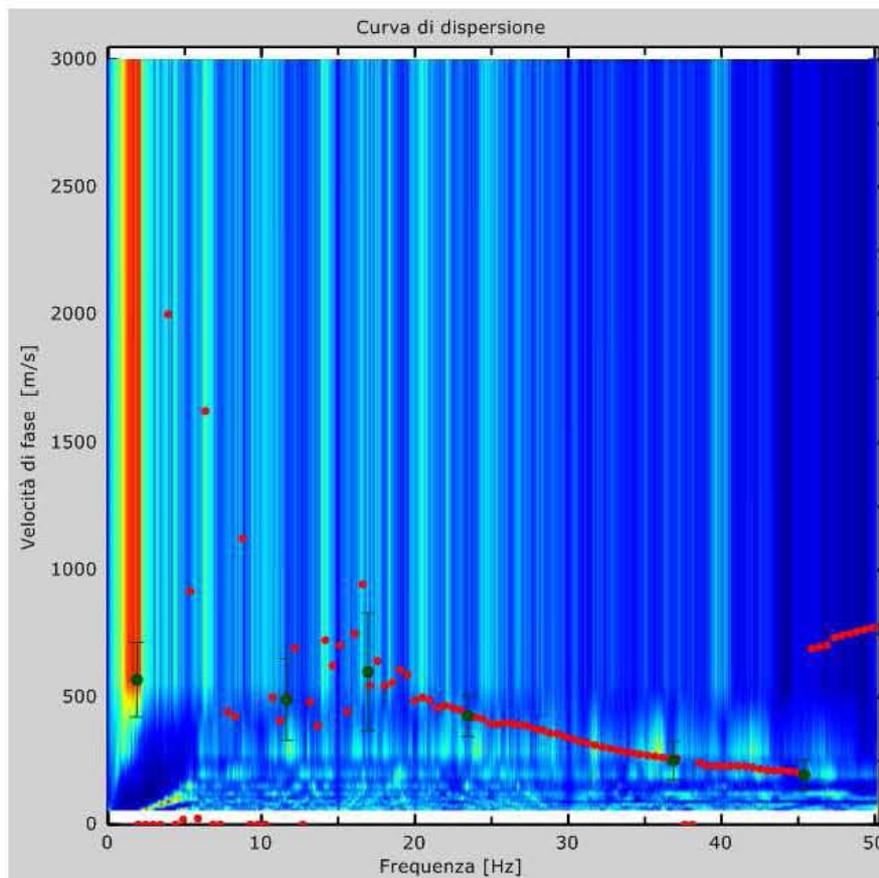


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito (2)

Numero di strati (escluso semispazio).....	6
Spaziatura ricevitori [m].....	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi.....	1
Numero iterazioni.....	50

Strato 1

h [m].....	2
z [m].....	-2
Densità [kg/m ³].....	1800
Poisson.....	0.3
Vs [m/s].....	178
Vp [m/s].....	333
Vs min [m/s].....	108
Vs max [m/s].....	267
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	178

Strato 2

h [m].....	6
z [m].....	-8
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson.....	0.3
Vs [m/s].....	473
Vp [m/s].....	885
Vs min [m/s].....	140
Vs max [m/s].....	710
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	473

Strato 3

h [m].....	8
z [m].....	-16
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson.....	0.3
Vs [m/s].....	780
Vp [m/s].....	1459
Vs min [m/s].....	237
Vs max [m/s].....	1170
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	780

Strato 4

h [m].....	10
z [m].....	-26
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	644
Vp [m/s].....	1205
Vs min [m/s]	237
Vs max [m/s]	966
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	644

Strato 5

h [m].....	10
z [m].....	-36
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.3
Vs [m/s].....	606
Vp [m/s].....	1134
Vs min [m/s]	333
Vs max [m/s]	909
Falda non presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	606

Strato 6

h [m].....	0
z [m].....	-∞
Densità [kg/m ³].....	1900
Poisson	0.48
Vs [m/s].....	614
Vp [m/s].....	3131
Vs min [m/s]	316
Vs max [m/s]	921
Falda presente nello strato	
Strato alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	614

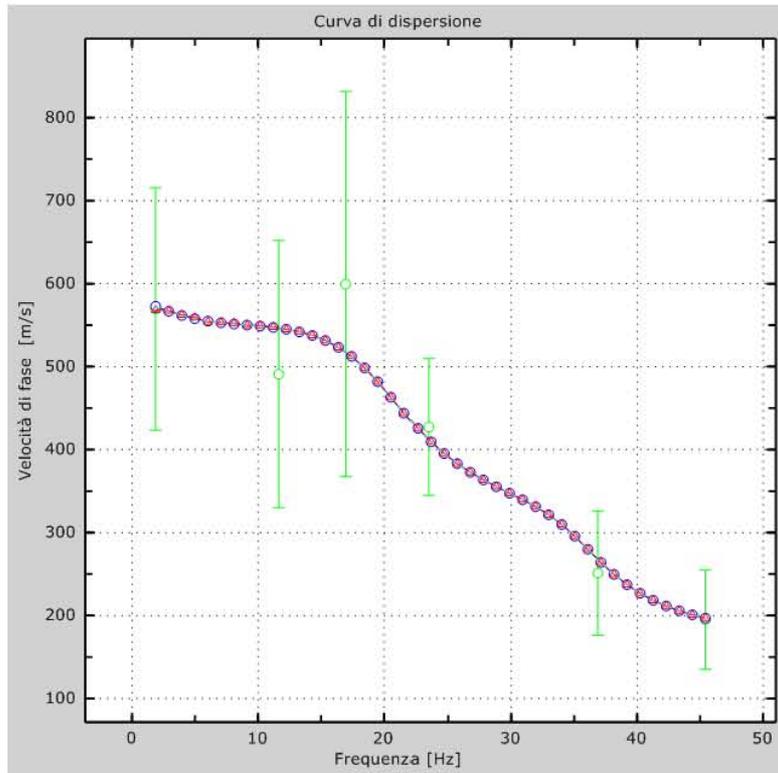


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

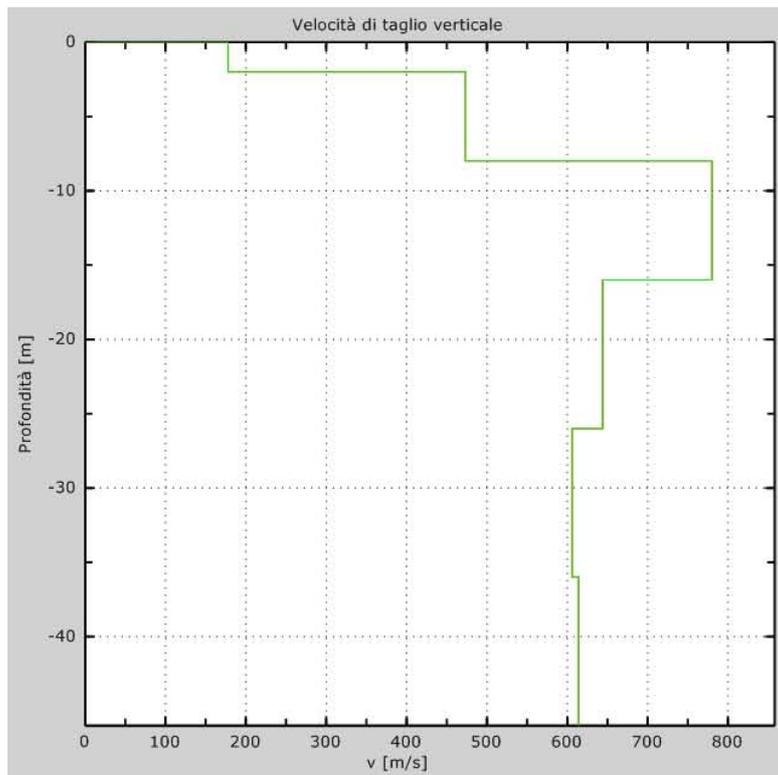


Figura 6: Velocità

6 - Risultati finali

(analisi 1)

Piano di riferimento z=0 [m].....	0
Vs30 [m/s]	476
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008	
Tipo di suolo	B

(analisi 2)

Piano di riferimento z=0 [m].....	0
Vs30 [m/s]	532
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008	
Tipo di suolo	B

Appendice Tipo di suolo

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).