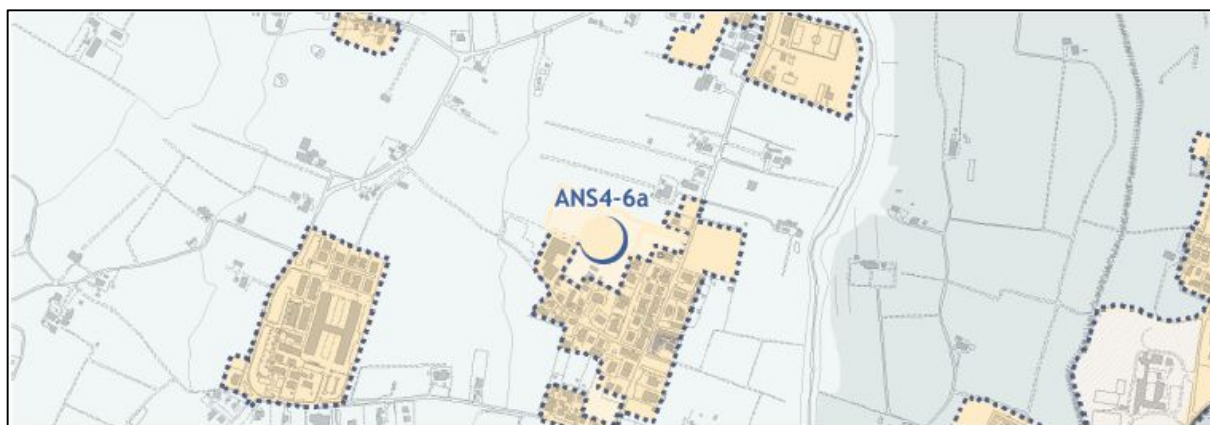


**PROVINCIA DI
REGGIO EMILIA**

**COMUNE DI
REGGIO EMILIA**

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO “ANS4-6a” IN LOCALITA’ SAN RIGO (via S. Rigo)



RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

AGGIORNAMENTO

Committente: EDIL BELLI srl

**Il tecnico incaricato
Geol. PATRIZIA TINCANI**

Villa Minozzo, settembre 2024

INDICE

PREMESSA.....	2
ASPETTI TECNICI DEL PUA	3
1.RELAZIONE GEOLOGICA	5
1.1. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
1.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
1.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFIA	9
1.5. MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	11
1.5.1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA (MODELLO GEOTECNICO)	11
2. RELAZIONE SISMICA	12
2.1. GENERALITA' E ASPETTI NORMATIVI.....	12
2.2. MICROZONAZIONE SISMICA	13
2.2.1. CENNI DI SISMOLOGIA	14
2.2.2. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	15
2.2.3. ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	16
2.2.3.A. ACQUISIZIONE DEI DATI	16
2.2.3.B. MICROZONAZIONE SISMICA SEMPLIFICATA	19
3. CONCLUSIONI	20

PREMESSA

Il presente lavoro riguarda la caratterizzazione geologica e sismica di un terreno ubicato in località San Rigo (comune di Reggio Emilia), ai fini dell'approvazione del Piano Urbanistico Attuativo intervento ANS4-6a per conto della ditta Edil Belli Srl. Esso integra e sostituisce la precedente relazione redatta dalla scrivente nell'ottobre 2015, configurandosi come un aggiornamento rispetto alla nuova situazione progettuale e al vigente contesto normativo.

La caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito è avvenuta tramite un rilievo di superficie, in scala 1:5.000, integrato dall'esame della bibliografia e dalle conoscenze geologiche generali dell'area in studio derivanti dalla pratica professionale.

Per la caratterizzazione stratigrafica e sismica del terreno si è invece fatto riferimento ai risultati di una campagna di indagini in sito, basata su prove penetrometriche di archivio ed indagini geofisiche.

E' stato inoltre definito il modello geotecnico del terreno di fondazione ai sensi delle NTC 2018 e s.m.

La presente relazione è stata redatta in conformità alle vigenti normative in materia urbanistica, di difesa del suolo e sismica ed in particolare:

- OPCM n° 3274/2003, OPCM n° 3519/2006 e Delibera di G.R. RER n. 1435 del 21 luglio 2003 (zona sismica 3);
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" e circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7".
- DGR RER n. 2193 del 21/12/2014 in materia di microzonazione sismica.

ASPETTI TECNICI DEL PUA

L'ambito di indagine è identificato nel POC del comune di Reggio Emilia con la sigla ANS4-6a, si tratta quindi di un ambito potenzialmente urbanizzabile a conferma di previsioni di aree urbanizzabili per nuovi insediamenti urbani già contenute nel PRG 2001. L'area in esame ha una funzione prevalentemente residenziale.

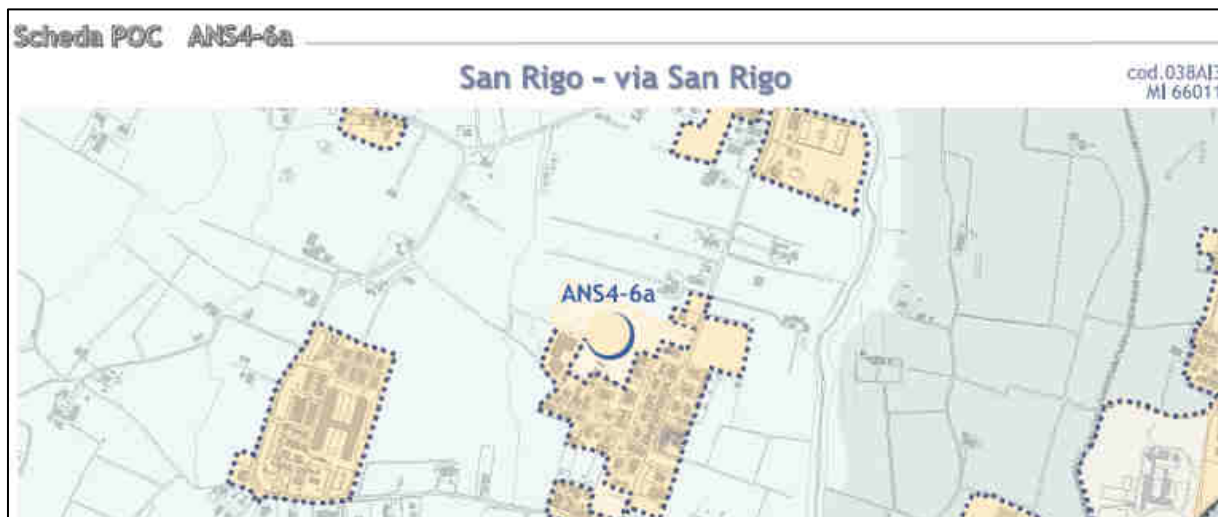


Figura 1: Estratto di POC comune di Reggio Emilia



Figura 2: Estratto POC (tavola 1.1)

Il Piano prevede la suddivisione del comparto in 12 distinti lotti, che occupano una superficie complessiva di circa 9703 mq. Dovranno inoltre essere realizzate tutte le opere di urbanizzazione primaria: zone a verde, accessi, parcheggi, reti tecnologiche.

La descrizione sintetica degli interventi sui singoli lotti è contenuta in tabella 2; in fig. 3 è invece riportata la rappresentazione planimetrica del Piano.

Nel complesso si prevede la costruzione di 12 fabbricati ad uso prevalentemente residenziale, per un numero complessivo di alloggi pari a 30.

Tabella 2: Dati tecnici PUA (edifici)

Lotto	Sup. Fondiaria (mq)	Sup. complessiva (mc)
1	1187	600
2	711	300
3	1090	600
4	3040	190
5		190
6		190
7		190
8		190
9	1292	590
10	1533	320
11		320
12	ERS 850	320 + 178
totale	9703	4178

Tabella 1: Dati tecnici PUA (urbanizzazione)

Descrizione	RUE_POC	Progetto
P2	787 mq	856 mq
Ip- Indice di permeabilità	58% St	59% St

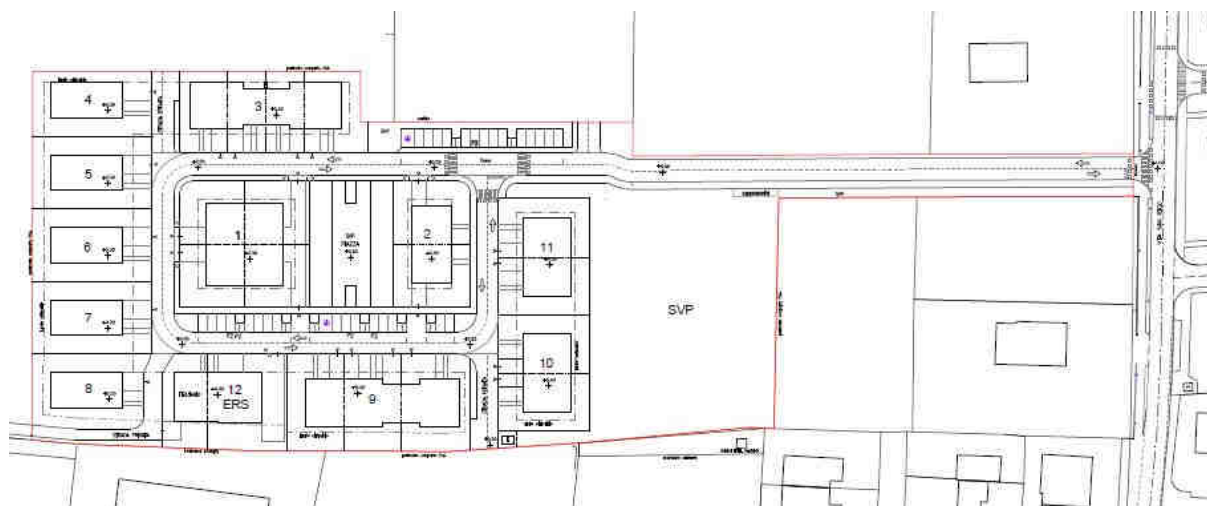


Figura 3: Planimetria di progetto

1. RELAZIONE GEOLOGICA

1.1. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area in esame è situata in comune di Reggio Emilia, frazione di San Rigo. Si tratta di un piccolo centro abitato posto nel settore Sud Occidentale del comune di Reggio Emilia, a SW della città di Reggio Emilia e a NW dell'abitato di Rivalta.

Il lotto in studio si trova all'estremità Nord Occidentale di San Rigo, in una zona prevalentemente agricola, anche se in prossimità dell'ambito urbanizzato.

I riferimenti cartografici della zona sono i seguenti:

Cartografia R.E.R.

- Foglio n° 200 denominato "Reggio Emilia" (scala 1:50.000)
- Tavola n° 200 SE denominata "Reggio Emilia Sud" (scala 1:25.000)
- Sezione n° 200110 denominata "Cavriago" (scala 1:10.000)
- Elementi n° 200112 denominato "San Rigo" (scala 1:5.000)

Cartografia catastale

- Foglio n° 233
- Mappali n°1267, 1211, 1213, 1299, 1301

Cartografia tematica Regione Emilia Romagna

- R.E.R.: Carta geologica di Pianura dell'Emilia Romagna (scala 1:250.000)
- Carta Geologica d'Italia, Foglio n°74 Reggio Emilia (scala 1: 100.000);
- C.N.R.: Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, "Alta pianura reggiana tra T. Crostolo e F. Secchia", scala 1:25.000



Figura 4: Localizzazione del PUA su immagine satellitare

1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I dati contenuti nel presente studio provengono dalla bibliografia esistente in materia geologico-geotecnica, integrate dalle conoscenze derivate dalla pratica professionale.

Fonti bibliografiche fondamentali per quel che riguarda la geologia, la geomorfologia, l'idrologia dell'area in esame e le caratteristiche del terreno in oggetto, sono costituite da:

- Carta Geologica d'Italia, scala 1: 100.000, Foglio n°74 Reggio Emilia (1965);
- Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, "Alta pianura reggiana tra T. Crostolo e F. Secchia", scala 1:25.000;
- Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi n°4, Quaderni di tecniche di protezione ambientale (1994);
- Carta geologica di pianura dell'Emilia Romagna, scala 1:250.000 (1999);
- Carte geotematiche allegate al PRG del comune di Reggio Emilia, scala 1:10.000 (1984);
- Sito della cartografia geologica del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna (www.geo.regione.emilia-romagna.it).

La pianura della provincia di Reggio Emilia è formata, in superficie, da sedimenti alluvionali di epoca molto recente, generalmente collegati ad episodi di sedimentazione di tipo fluviale. In superficie (come del resto nel sottosuolo) la granulometria appare pertanto differenziata in relazione all'alveo o paleoalveo di dominio, realizzando una sorta di classazione granulometrica a grande scala. Generalmente troviamo infatti ghiaie subaffioranti nelle aree di conoide latitanti i corsi d'acqua attuali e sabbie nelle zone limitrofe ai corsi d'acqua e lungo i paleoalvei.

Il sottosuolo, conosciuto attraverso numerosissime perforazioni effettuate soprattutto in occasione di ricerche petrolifere, è caratterizzato da trusths nord vergenti, che costituiscono la prosecuzione sepolta della catena appenninica.

Dall'esame della cartografia disponibile si ricava che, nel lotto di indagine, la geologia di superficie è costituita da limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico, e, subordinatamente, da ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari.

Secondo la carta geologica della Regione Emilia Romagna, il tratto di pianura in studio appartiene al Sistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES), formato da depositi di conoide alluvionale terrazzati. Esso è stato suddiviso in ulteriori subsistemi, ognuno dei quali è costituito dai depositi alluvionali di un singolo terrazzo o di un gruppo di terrazzi, separati da superfici di discontinuità erosiva. I subsistemi superiori (subsistema di Ravenna, AES8 e subsistema di Villa Verrucchio, AES7) sono stati a loro volta suddivisi in unità stratigrafiche di rango inferiore.

Nella zona in esame troviamo il subsistema di Ravenna (AES8), formato da limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi e da subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali.

L'esame della Carta dei Suoli regionale mostra che, nella zona in studio, è molto frequente la consociazione dei suoli "Roncole Verdi" franco argillosi limosi.

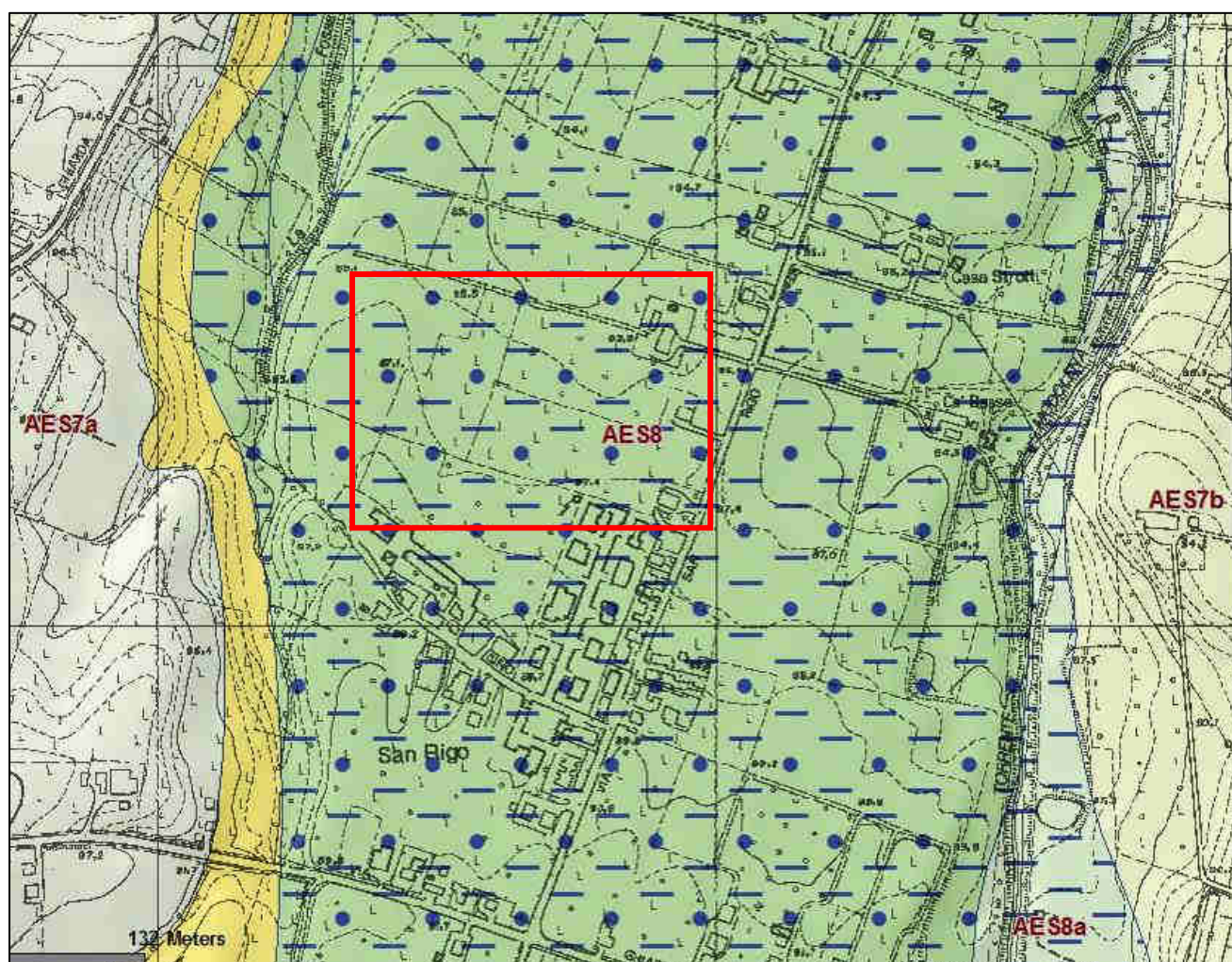


Figura 5: Estratto di carta geologica regionale (CTR 200112)

Legenda

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

- Limo - Piana alluvionale
- Limo Sabbioso - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

- AES - Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore
- AES7a - Unità di Niviano
- AES7b - Unità di Vignola
- AES8 - Subsintema di Ravenna
- AES8a - Unità di Modena

1.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

San Rigo si trova nell'alta pianura reggiana, ad una quota di circa 87 m. Questo tratto di pianura è caratterizzato da una serie di paleosuperfici terrazzate, generalmente ricoperte da depositi loessici. L'origine di tali superfici è per la maggior parte degli autori (CREMASCHI, 1987 e GASPERI ed altri, 1987) collegata a processi fluviali mentre secondo PAREA (1987) si tratta di paleospiegate tardo-pleistoceniche collegate ai cicli glaciali. Tali superfici sono in genere solcate dal reticolo fluviale che scende dall'appennino, formando incisioni discretamente approfondite che si annullano progressivamente nella pianura antistante agli orli dei terrazzi, dove i corsi d'acqua hanno costruito le loro conoidi più recenti, in cui sono avvenute divagazioni di percorso anche in tempi storici.

Questi terrazzi, distinti in più ordini secondo l'età, sono disposti secondo rilievi allungati in direzione SW-NE. Sono riconoscibili vari ordini di terrazzi: i più antichi mostrano un paleosuolo argilloso limoso, di colore bruno mentre quelli più alti si riconoscono per il tipico colore ocra, collegato all'alterazione pedogenetica delle ghiaie fluviali.

Procedendo verso Nord i depositi fluviali lasciano il posto ai materiali di origine alluvionale della media pianura. In questa fascia si hanno materiale a granulometria fine, in cui prevalgono i limi e le argille mentre le sabbie sono limitate ad alcune aree ristrette che costituiscono i relitti di antichi alvei.

La carta geomorfologica allegata al PSC del comune di Reggio Emilia (fig. 6) inserisce la zona in esame nell'Unità Geologica di Paesaggio dei "Conoidi prossimali", si tratta di una stretta fascia, di transizione tra l'alta pianura ed il margine collinare, la cui continuità laterale è interrotta dagli assi vallivi dei torrenti Enza, Crostolo e Tresinaro. La morfologia è piuttosto disomogenea con ondulazioni e variazioni di pendenza, anche consistenti ($1\% < p_{med} < 10\%$).

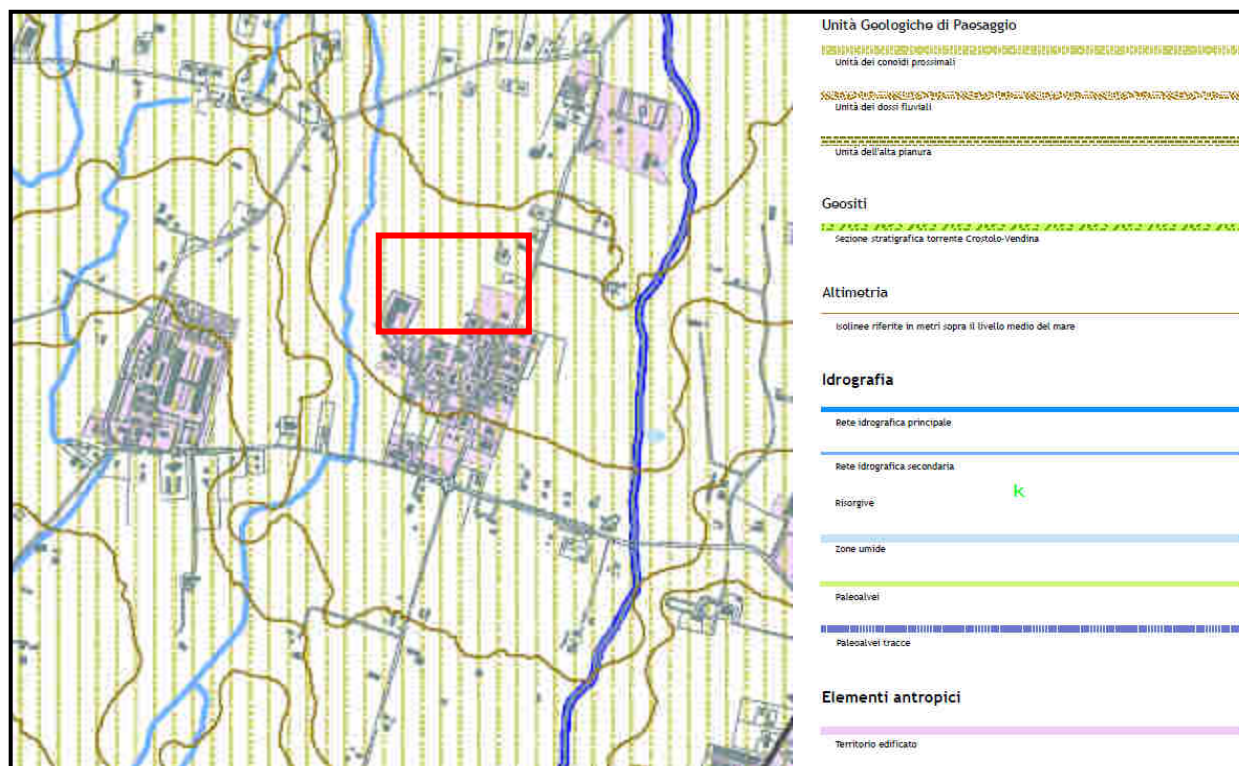


Figura 6: Estratto di carta geomorfologica PSC - RE

San Rigo sorge alla sommità di uno dei terrazzi antichi, eroso ai lati dai torrenti Modolena ad Est e dal Rio Fossa Marcia ad Ovest.

Il lotto di intervento è caratterizzato da una forma pianeggiante, lievemente degradante verso NE, con valori dell'ordine del 1-2%. Ad Ovest è delimitato da un piccolo argine che lo separa dall'alveo del Rio "Fossa Marcia".

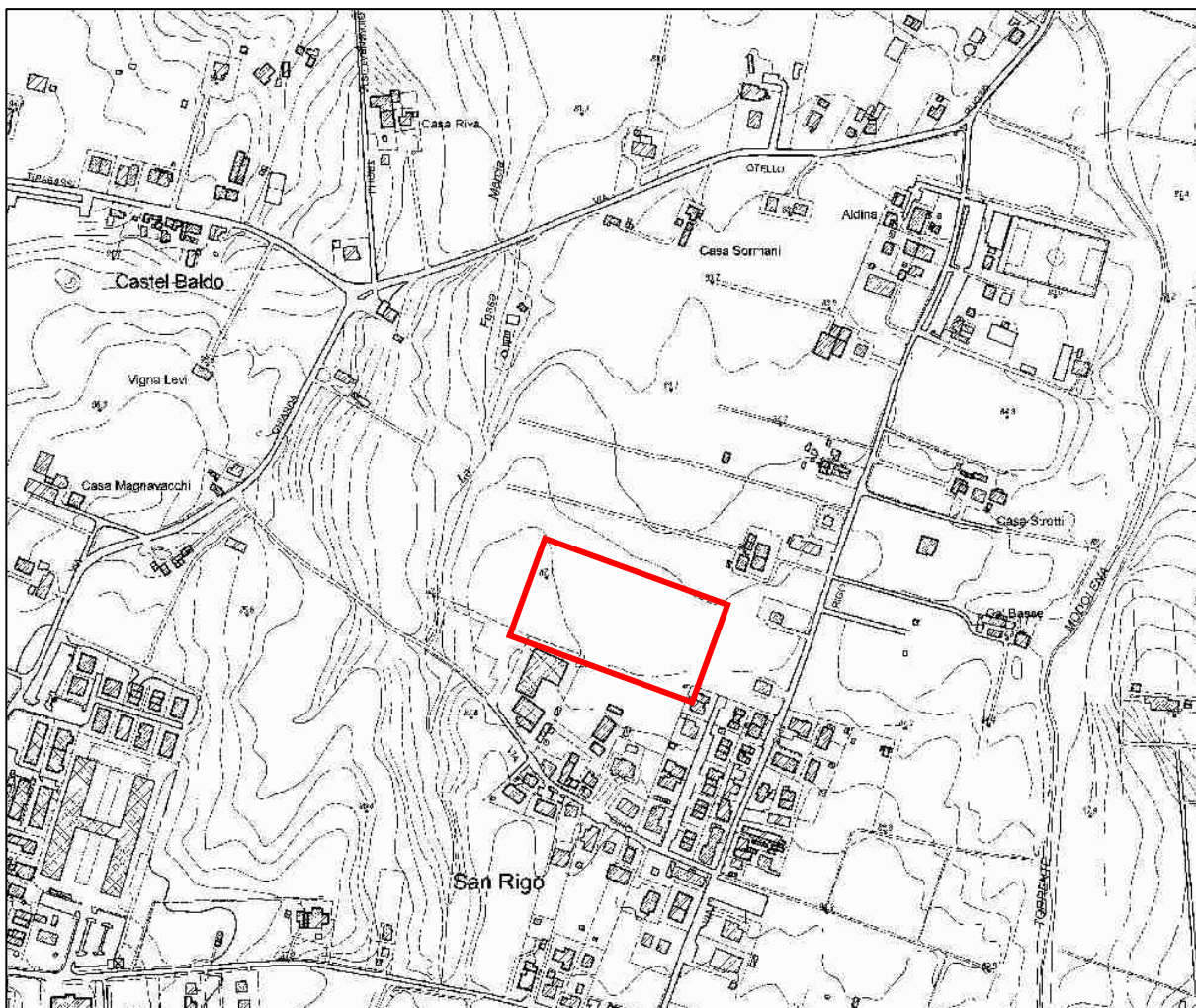


Figura 7: Localizzazione del PUA su CTR 200112

1.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFIA

San Rigo è posto a cavallo tra l'alveo del T. Modolena, ad Est e quello del Rio Fossa Marcia, affluente del T. Quaresimo, ad Ovest. Quest'ultimo scorre a breve distanza dal lotto in esame, circa 100 m rispetto al confine occidentale e rappresenta il principale collettore di scolo della zona in esame.

L'idrografia secondaria è invece rappresentata dalla rete di scolo dei coltivi.

Riguardo all'idrologia profonda la carta della piezometria dell'alta pianura reggiana tra T. Crostolo e F. Secchia, a corredo di uno studio della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, riporta la presenza della superficie dell'acquifero principale ad una quota compresa tra 70 e 65 m s.l.m, direzione prevalente del flusso verso N-NW e gradiente idraulico del 0,70% (Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, Quaderno di tecniche di protezione ambientale n.°4, 1994). La vulnerabilità all'inquinamento della zona è localmente variabile ma in genere di grado medio-alto.

Precedenti indagini (luglio 2008) eseguite a breve distanza dal lotto hanno identificato una falda superficiale, posta ad una profondità di circa 3,50-4,00 m dal p.c.

Al momento del sopralluogo non sono stati osservati problemi relativi al drenaggio superficiale e la rete di canali esistente risulta sufficiente allo smaltimento delle acque meteoriche.

1.5. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Nell'ambito del presente lavoro non sono state eseguite indagini in sito per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo ma sono stati utilizzati dati di archivio. In particolare si è fatto riferimento ai risultati di precedenti indagini (2008) eseguite a breve distanza dalla zona in esame (circa 300 m verso Est).

Il modello geologico derivante è costituito da una successione stratigrafica prevalentemente argillosa nella parte superficiale (fino circa a 2,00-2,40 m) mentre in profondità aumenta il contenuto in sabbia e limo, con alternanze tra livelli decimetrici di argille, argille limose sabbiose e sabbie limose. All'interno della successione si rinvenivano inoltre livelli di sabbia compatta ed anche lenti di ghiaia.

E' nota la presenza di una falda superficiale (tra 2,50 e 4,00 m circa).

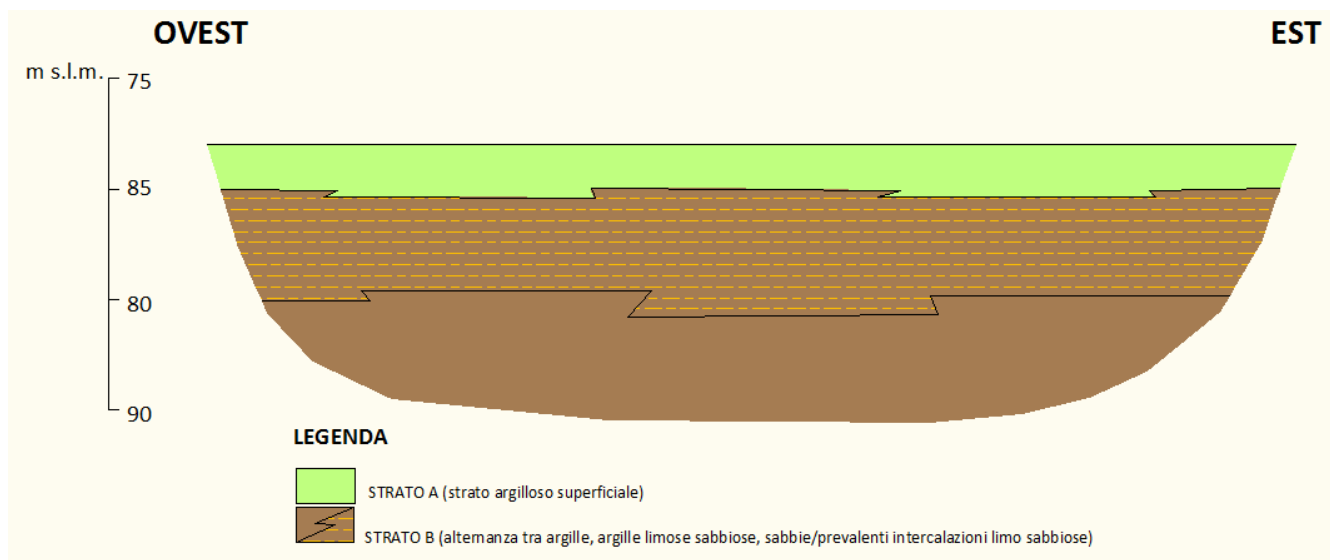


Figura 8: Modello geologico schematico

1.5.1. Caratterizzazione geotecnica di massima (modello geotecnico)

Il modello geotecnico del terreno del terreno (tab. 3) è stato ottenuto dall'elaborazione delle indagini di archivio.

Tabella 3: Parametri geotecnici di massima

STRATO	Profondità (m, dal p.c.)	Spessore medio (m)	Rp (kg/cm ²)	γ (t/m ³)	Cu (kg/cm ²)
strato agrario	0,00 – 1,00	1,00	6-7	1,85	0,40
strato 1	1,00 – 2,40	1,40	24	2,00	1,10-1,30
strato 2	2,40 – 9,00	7,60	50	2,20	>2,0

2. RELAZIONE SISMICA

2.1. GENERALITÀ E ASPETTI NORMATIVI

Con atto n°2193 del 15/12/2015 la Giunta Regionale della Regione Emilia Romagna ha approvato l'aggiornamento degli indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica, atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007). Tale documento fornisce i criteri per affrontare gli studi che definiscono il rischio sismico delle nuove previsioni urbanistiche, tramite l'individuazione della pericolosità sismica locale, che dipende sia dalle caratteristiche sismiche dell'area che da quelle geologiche e geomorfologiche. E' infatti dimostrato che il moto sismico in superficie può subire delle modificazioni dovute alle condizioni locali, dando luogo ad effetti diversi a seconda delle caratteristiche del sito (risposta sismica locale). Nel caso in studio gli effetti di sito sono sostanzialmente riconducibili a fenomeni di amplificazione.

Gli atti di indirizzo prevedono inoltre che gli studi di risposta sismica locale e microzonazione possano essere condotti secondo diversi livelli di approfondimento, che variano a seconda delle finalità e degli scenari di pericolosità locali. In particolare vengono identificate due fasi di analisi: nella prima (1° livello di approfondimento), derivante essenzialmente dall'analisi dei dati bibliografici, vengono identificate le aree potenzialmente soggette ad effetti locali, su cui vengono poi eseguiti gli approfondimenti del secondo livello (2ª fase). Quest'ultimo può consistere in un'analisi di tipo semplificato (2° livello) o più approfondita (3° livello), a seconda delle condizioni morfologiche e geologiche locali.

Il 2° livello è ritenuto sufficiente in aree pianeggianti e sub-pianeggianti e su versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$, con coperture detritiche superficiali di spessore costante.

Il 3° livello è invece richiesto nei seguenti casi:

- aree soggette a liquefazione e densificazione;
- aree instabili e potenzialmente instabili;
- aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile;
- aree in cui è prevista la costruzione di opere di rilevante interesse pubblico.

Il livello di approfondimento da raggiungere nel caso in esame è stabilito sulla base delle caratteristiche morfologiche del sito e delle cartografie relative rischio sismico allegate al PTCP della provincia di Reggio Emilia.

2.2. MICROZONAZIONE SISMICA

Per il comune di Reggio Emilia il 1° livello di approfondimento può essere rappresentato dalle carte del rischio sismico allegate al PSC del comune di Reggio Emilia (fig. 8).



Figura 9: Estratto di carta delle aree suscettibili di effetti locali ed effetti attesi (PSC Reggio Emilia 2011)

Dall'esame della carta risulta quindi che gli effetti attesi nella zona in studio sono quelli relativi all'amplificazione stratigrafica; ai fini della microzonazione sarà pertanto sufficiente la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, mediante un approfondimento di 2° livello.

2.2.1. Cenni di sismologia

L'Emilia-Romagna si trova in un settore della catena appenninica esterna che è caratterizzato da una sismicità frequente, che può essere definita media in relazione alla sismicità nazionale, con ipocentri dei terremoti localizzati non solo nella crosta superiore ma anche nel mantello.

La sismicità della provincia di Reggio Emilia, in particolare, è legata alla presenza di specifiche strutture sismogenetiche, che possono essere ricondotte ai seguenti sistemi principali:

- dorsale ferrarese (bassa pianura)
- margine appenninico padano (alta pianura – collina)
- appennino
- Garfagnana (crinale)

Andando ad esaminare la storia sismica del comune di Reggio Emilia si osserva come il territorio comunale sia interessato da una sismicità piuttosto frequente, influenzata da eventi connessi a strutture sismogenetiche differenti.

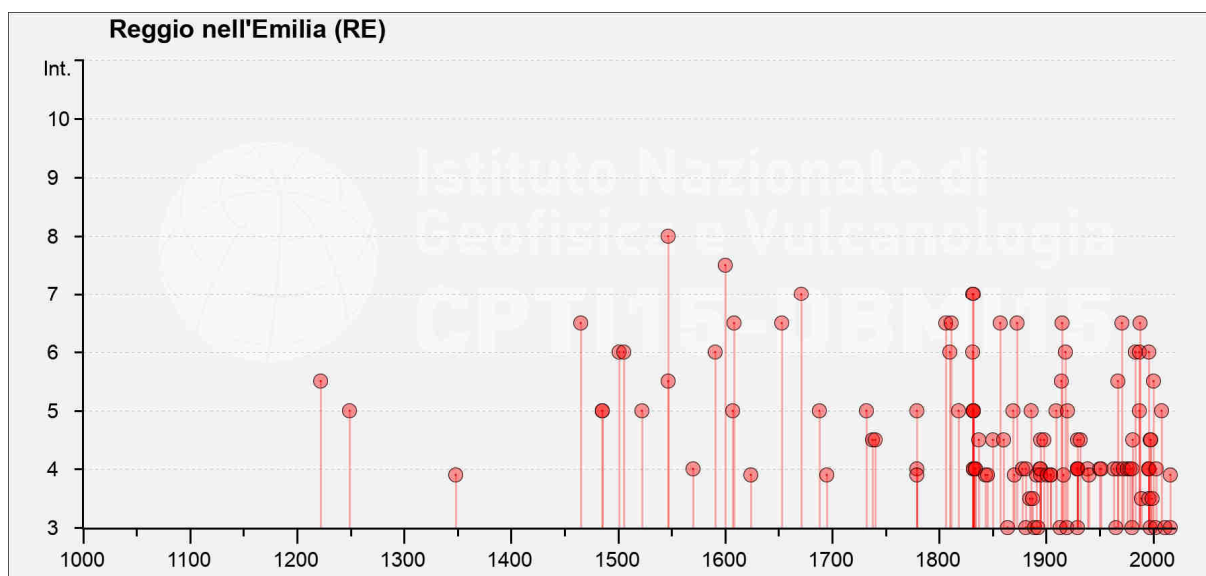


Figura 10: Storia sismica del comune di Reggio Emilia

La sismicità storica della zona è ben studiata e mostra come eventi sismici di magnitudo moderata siano caratteristici della regione e si concentrino generalmente lungo tutta la fascia pede-appenninica.

Nei secoli passati, i terremoti che hanno colpito la zona di Reggio Emilia non hanno mai superato l'VIII grado della scala Mercalli e sono stati comunque di entità inferiore rispetto ad altre zone della penisola italiana. In particolare, i principali terremoti storici dell'area di Reggio Emilia si sono verificati nel 1465 (VI-VII), nel 1547 (VII), nel 1831 (VII-VIII), nel 1832 (VII-VIII), e nel 1996 (VII), oltre ad alcuni eventi di magnitudo minore avvenuti anche in questo secolo.

I terremoti più significativi (aventi intensità al sito maggiori di 6-7) sono collegati ai sistemi del margine appenninico e della bassa pianura, anche se la zona risente pure di eventi più lontani.

Le magnitudo più alte, riferite ai terremoti con epicentro prossimi all'area in studio, sono comprese tra 4.83 e 5.44.

Nella figura 10 non sono riportati i terremoti più recenti, le cui caratteristiche, in termini di intensità, magnitudo ed effetti indotti, sono comunque paragonabili a quelli della serie storica.

2.2.2. Pericolosità sismica di base

Secondo le disposizioni contenute nelle NTC 2008, la "pericolosità sismica di base", riferita ad un substrato rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria A secondo l'OPCM e le NTC), costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione dell'azione sismica di progetto. Questa è rappresentata dall'accelerazione orizzontale massima a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite:

- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalla normativa, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche e topografiche reali del terreno. Tali modifiche definiscono la Risposta Sismica Locale per un determinato sito.

La definizione dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta avviene tramite l'utilizzo delle tabelle di cui all'allegato B delle Norme Tecniche per le Costruzioni, che contengono i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c , per diversi periodi di ritorno, riferiti a ciascun vertice del reticolo di riferimento in cui è stato suddiviso il territorio nazionale.

Inserendo le coordinate della zona centrale dell'area di intervento (lat: 44,668923 N lon: 10,574895 E) si ottengono i valori¹ di tabella 4.

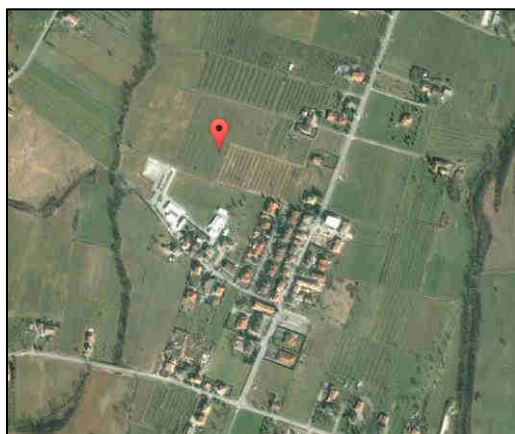


Figura 11: Localizzazione PUA

Tabella 4: Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (s)
30	0,049	2,470	0,250
50	0,061	2,497	0,260
475	0,157	2,385	0,287
975	0,200	2,385	0,300

¹ http://www.geostru.com/geoapp/Parametri_Sismici.aspx

2.2.3. Analisi della Risposta Sismica Locale

2.2.3.a. Acquisizione dei dati

La determinazione della profondità del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) e la definizione del profilo di velocità delle onde S, che rappresentano gli elementi di base per la caratterizzazione sismica dei terreni, sono stati ricavati da una campagna di indagini geofisiche tramite MASW (Multichannel Analysis Surface Waves), lungo due sezioni tra loro perpendicolari (fig. 12).



Figura 12: Ubicazione linee sismiche MASW

Ciascun stendimento sismico è costituito da 24 geofoni verticali da 4,5 Hz, posti ad un interasse di 2 m. Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo Sismografo Ambrogeo "ECHO 24/2002 Seismic Unit" a 24 canali. La generazione delle onde è stata ottenuta da una massa battente da 8 kg su piastra in acciaio.

Per l'elaborazione è stato utilizzato il software Masw, che permette di ricavare il profilo di velocità delle onde s per le prime decine di metri di sottosuolo.

Dal profilo di V_s è poi possibile ricavare il parametro $V_{s,30}$ che rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S, entro i primi 30 metri di profondità e che si calcola con la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

STENDIMENTO L1

Lo stendimento L1 è lungo 46 m ed ha un'orientazione NE-SW.

Dall'elaborazione delle misure si ottiene il seguente profilo di velocità (tab. 5, fig. 11)

Tabella 5: Profilo di velocità onde s

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2	2	213
2	4	333
3	7	399
4	11	497
4	15	598
5	20	598
5	25	523
6	31	523
n.d.	n.d.	523

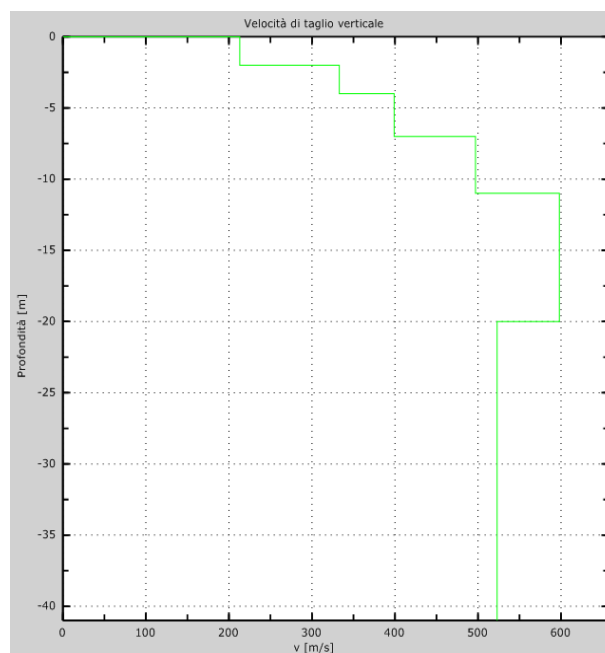


Figura 13: Andamento di Vs

La velocità equivalente delle onde s nei primi 30 m di sottosuolo, lungo lo stendimento L1, è pertanto:

$$V_{s,30} (L1) = 460 \text{ m/s}$$

STENDIMENTO L2

Lo stendimento L2, lungo 46 m, è orientato secondo la direzione NW-SE.

Tabella 6: Profilo di velocità onde s

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2	2	244
2	4	317
3	7	407
4	11	585
4	15	555
5	20	555
5	25	555
6	31	555
n.d.	n.d.	523

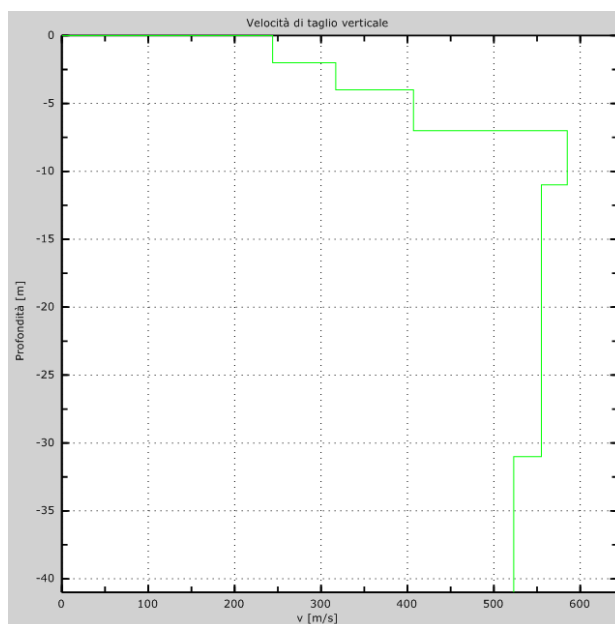


Figura 14: Andamento di Vs

La velocità equivalente delle onde s nei primi 30 m di sottosuolo è:

$$V_{s,30 (L2)} = 476 \text{ m/s}$$

I due profilo sismici mostrano quindi la medesima situazione stratigrafica con un aumento graduale di velocità fino a 10/20 m, cui segue una lieve diminuzione di V_s .

MISURE DI MICROTREMORI

In occasione di precedenti indagini eseguite in prossimità dell'area interessata dal PUA è stata eseguita una misura di microtremore, elaborata con tecnica HVSR, da cui è possibile ricavare il valore della frequenza fondamentale del terreno. Tale rilevazione ha evidenziato picchi di amplificazione corrispondenti a:

- $f_0 = 30,78 \text{ Hz}$

equivalente a periodi fondamentali dei litotipi:

- $t_0 = 10,03 \text{ sec}$

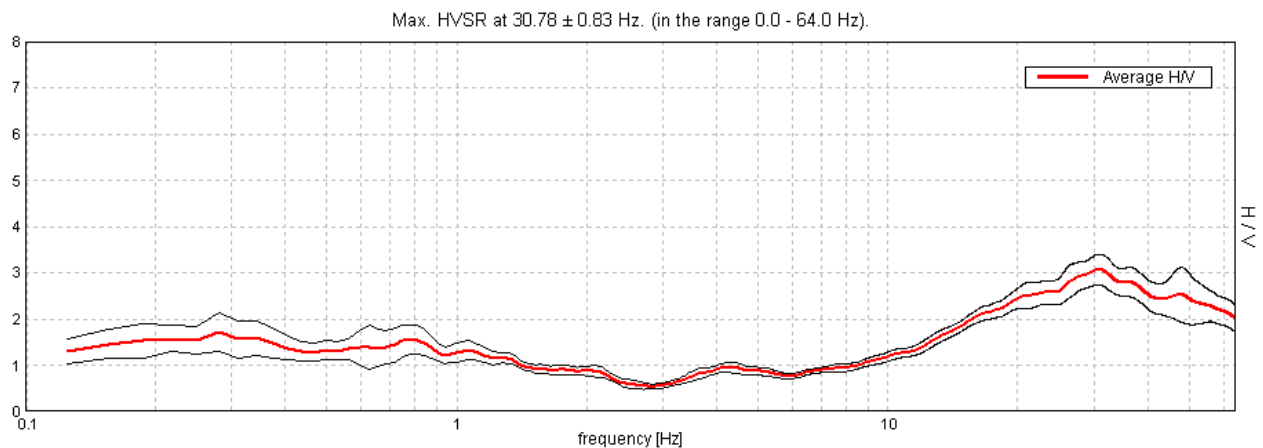


Figura 15: Grafico HVSR

2.2.3.b. Microzonazione sismica semplificata

In base agli elementi disponibili risulta che il sito in esame ha caratteristiche geologiche e sismiche tali da permettere uno studio di microzonazione sismico di tipo semplificato, corrispondente al II livello di approfondimento di cui agli atti di indirizzo regionale.

La Risposta Sismica Locale è in questo caso definita dal **Fattore di Amplificazione (FA)** che si ottiene, sulla base dei dati geologici, geomorfologici e geofisici individuati, dall'utilizzo delle formule e tabelle riportate nell'allegato A 2.1.2 (Pianura 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.).

Il coefficiente di amplificazione sismica (FA) può essere espresso sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati periodi di tempo ($0,1 < T_0 < 0,5$ s ; $0,5 < T_0 < 1,0$ s). Nel caso in esame, in relazione alla tipologia degli edifici normalmente presenti in zona, assume particolare rilevanza l'intensità ai bassi periodi.

PGA_0 e SI_0 sono riferiti al suolo di riferimento (rigido orizzontale), mentre PGA e SI alla superficie del sito esaminato.

Il fattore di Amplificazione è legato al valore della velocità equivalente delle onde di taglio riferita ai primi 30 metri di profondità $V_{s,30}$. Dalle misure eseguite risulta:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,30} \frac{h_i}{V_{s,i}}} = 460 \div 476 \text{ m/s}$$

definendo così una categoria di suolo di fondazione, secondo la classificazione delle NTC 2018, di tipo B.

I coefficienti di amplificazione sismica si ricavano dalle tab. A2.1.2, per la zona di pianura 2.

Tabella 7: Tabelle per il calcolo dei coefficienti di amplificazione stratigrafica. Zona di pianura A2.1.2 (pianura 2)

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5
F.A. SI1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	2.0
F.A. SI3	3.6	3.3	2.9	2.5	2.2	2.0

Risulta quindi:

F.A. P.G.A. = 1,5

F.A. SI1 ($0,1 < T_0 < 0,5$ s) = 1,6

F.A. SI2 ($0,5 < T_0 < 1,0$ s) = 2,0

F.A. SI3 ($0,5 < T_0 < 1,5$ s) = 2,0

con un valore di accelerazione al suolo $a_g=0,157g$.

In allegato è riportata la carta di microzonazione sismica della zona interessata dal PUA.

3. CONCLUSIONI

La presente relazione tratta dei caratteri geologici, geomorfologici e sismici di un lotto di terreno posto in località S. Rigo (comune di Reggio Emilia) ai fini dell'approvazione del Piano Urbanistico Attuativo denominato "ANS4-6". Essa sostituisce il documento precedente redatto dalla scrivente nell'ottobre 2015, aggiornandola dal punto di vista normativo e progettuale.

Lo studio ha consentito di individuare i principali lineamenti geologici e geomorfologici dell'area in oggetto, delineare il modello geologico del sottosuolo e valutare la Risposta Sismica Locale del terreno, secondo quanto indicato dall'aggiornamento dagli atti di indirizzo regionali DGR 2193/2015 e dalla vigente normativa in materia.

Sullo base dello studio eseguito si è verificata la possibilità che nel sito d'intervento possano avvenire fenomeni di amplificazione di tipo stratigrafico, identificando un valore del fattore di amplificazione della PGA pari a 1,50, Intensità di Housner tra $0,1 < T_0 < 0,5$ s = 1,6, tra $0,5 < T_0 < 1,0$ s = 2,0 e tra $0,5 < T_0 < 1,0$ s = 2,0.

Tutto ciò premesso, si ritiene verificata la fattibilità geologica del Piano attuativo proposto, anche in relazione alla sua compatibilità con il rischio sismico, e si esprime parere favorevole alla sua realizzazione.

L'edificazione dovrà essere accompagnata da specifici studi per la definizione dei modelli geologici e geotecnici dei singoli lotti che formano il PUA di progetto, a cui si rimanda per eventuali prescrizioni di tipo esecutivo.

Villa Minozzo, lì settembre 2024

Il tecnico incaricato

Geol. Patrizia Tincani

Allegato1
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Allegato2
RAPPORTO INDAGINE SISMICA

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

scala 1:5.000

Legenda



Comparto oggetto di indagine



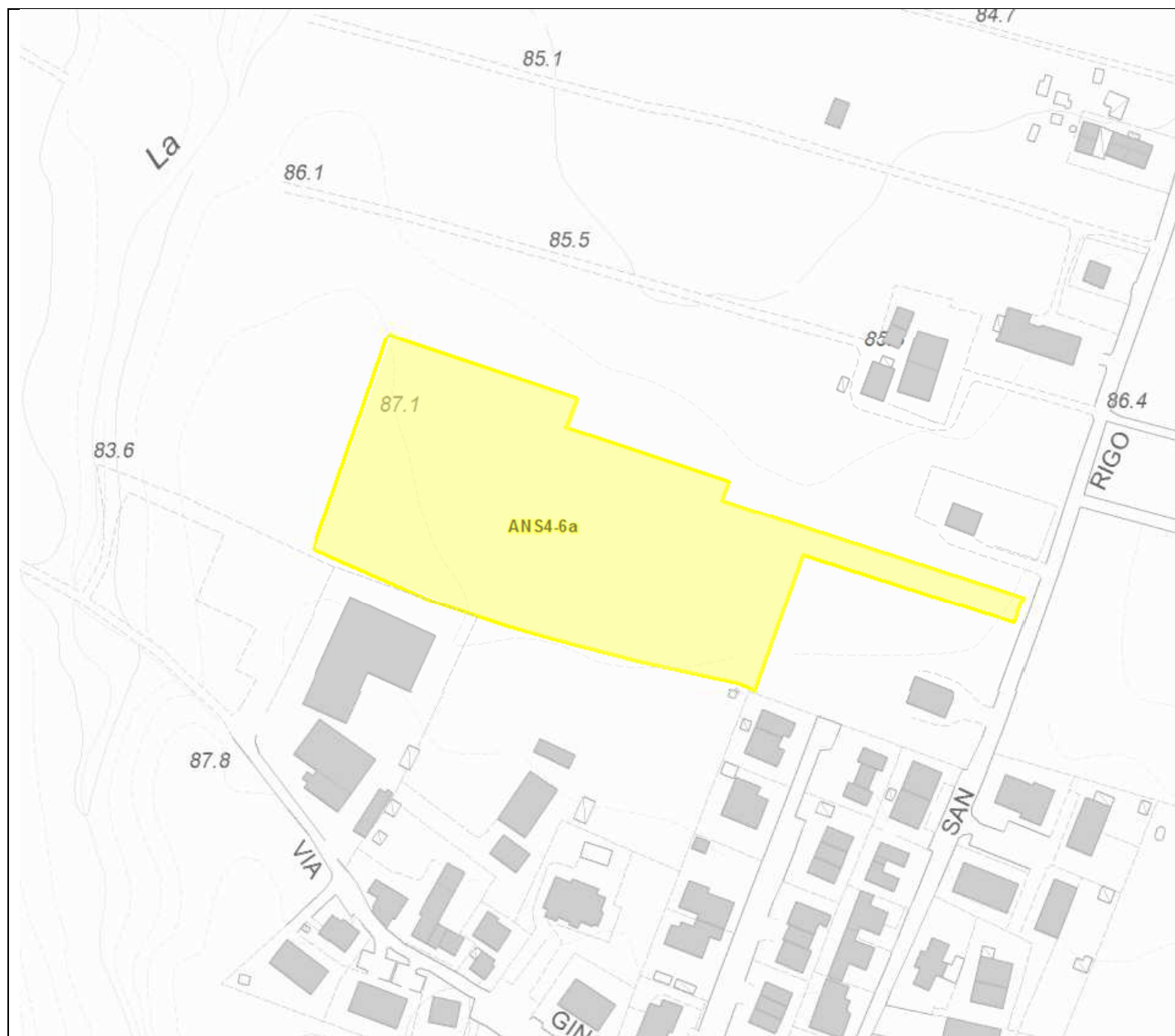
Amplificazione stratigrafica

F.A. PGA = 1,5

F.A. S.I. ($0.1s < T_0 < 0.5s$) = 1,6

F.A. S.I. ($0.5s < T_0 < 1.0s$) = 2,0

F.A. S.I. ($0.5s < T_0 < 1.5s$) = 2,0



Risultati delle analisi MASW

Autore: TINCANI PATRIZIA
Sito: PUA ANS4-6a - stendimento L1
Data: 15/09/2015

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

1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce
Numero di ricevitori24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali7651
Passo temporale di acquisizione0.131ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a1002.15ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

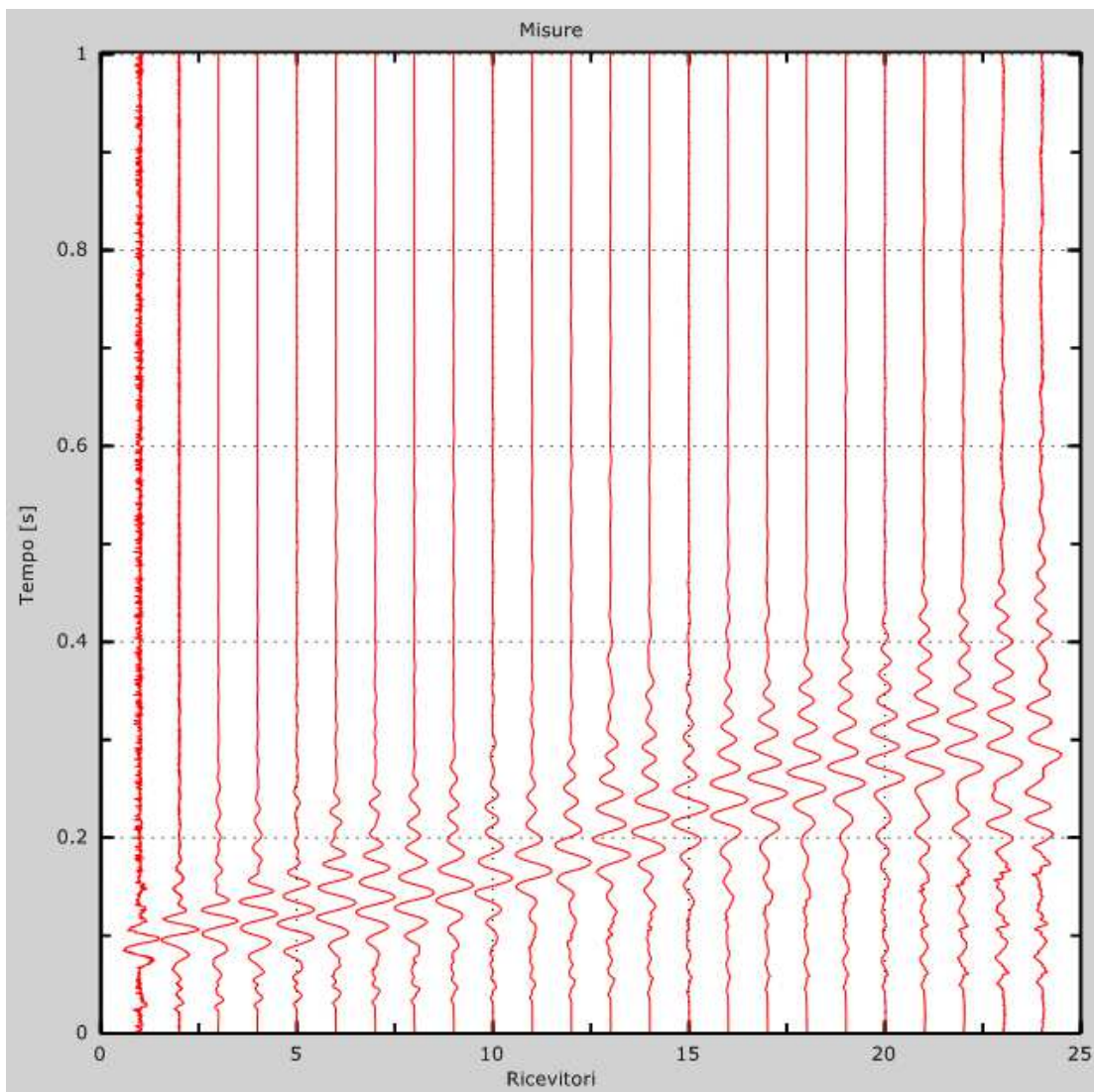


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale.....70Hz
Frequenza iniziale2Hz

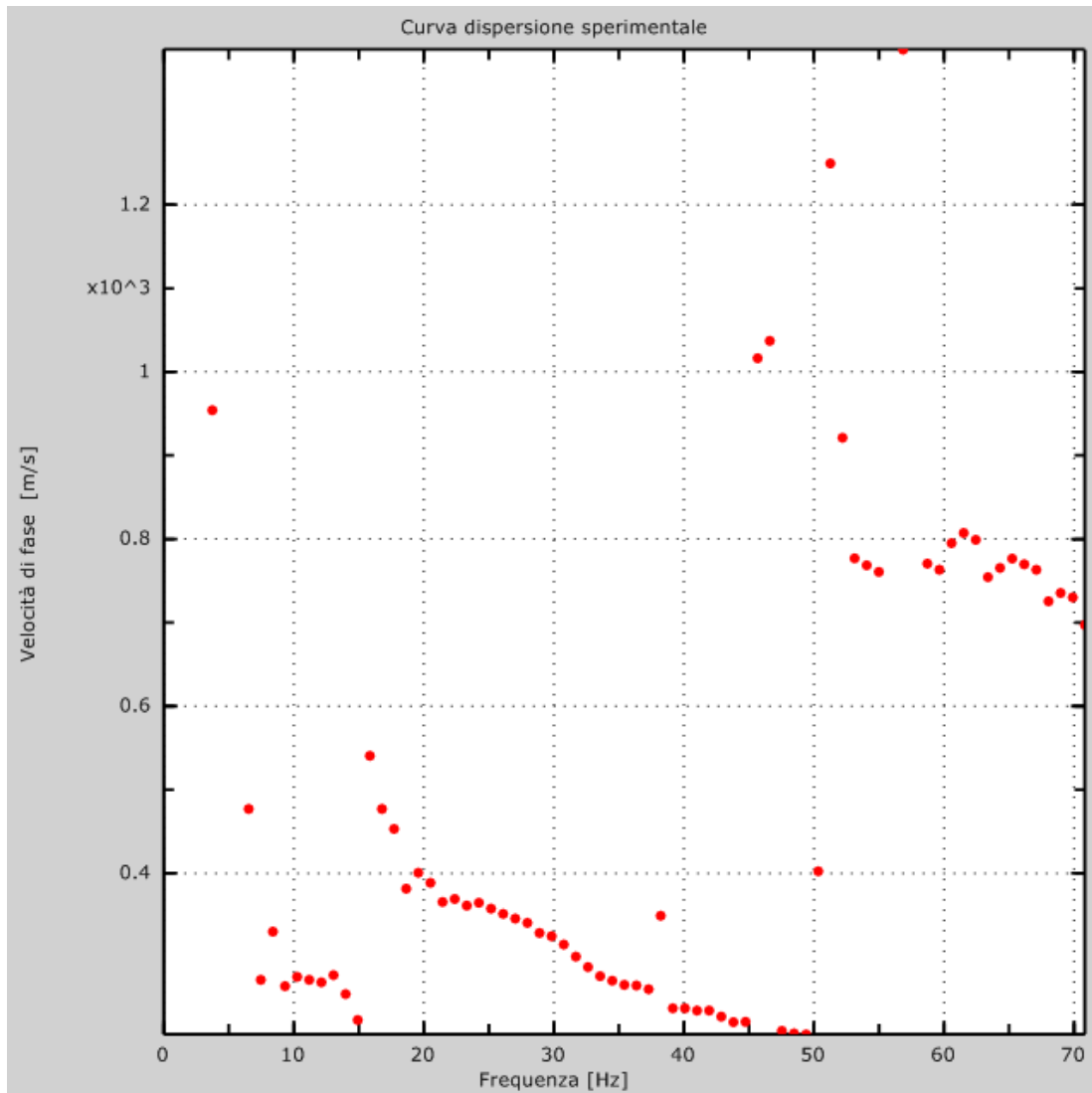


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
6.50731	470.83	438.973	502.686
15.7517	538.525	506.668	570.381
17.8391	446.938	417.072	476.803
21.6164	359.332	327.476	391.189
26.0895	339.422	311.548	367.296
31.7554	299.601	281.682	317.521
37.4213	257.79	229.915	285.664
44.6777	215.978	184.122	247.835
49.5484	192.086	162.22	221.951

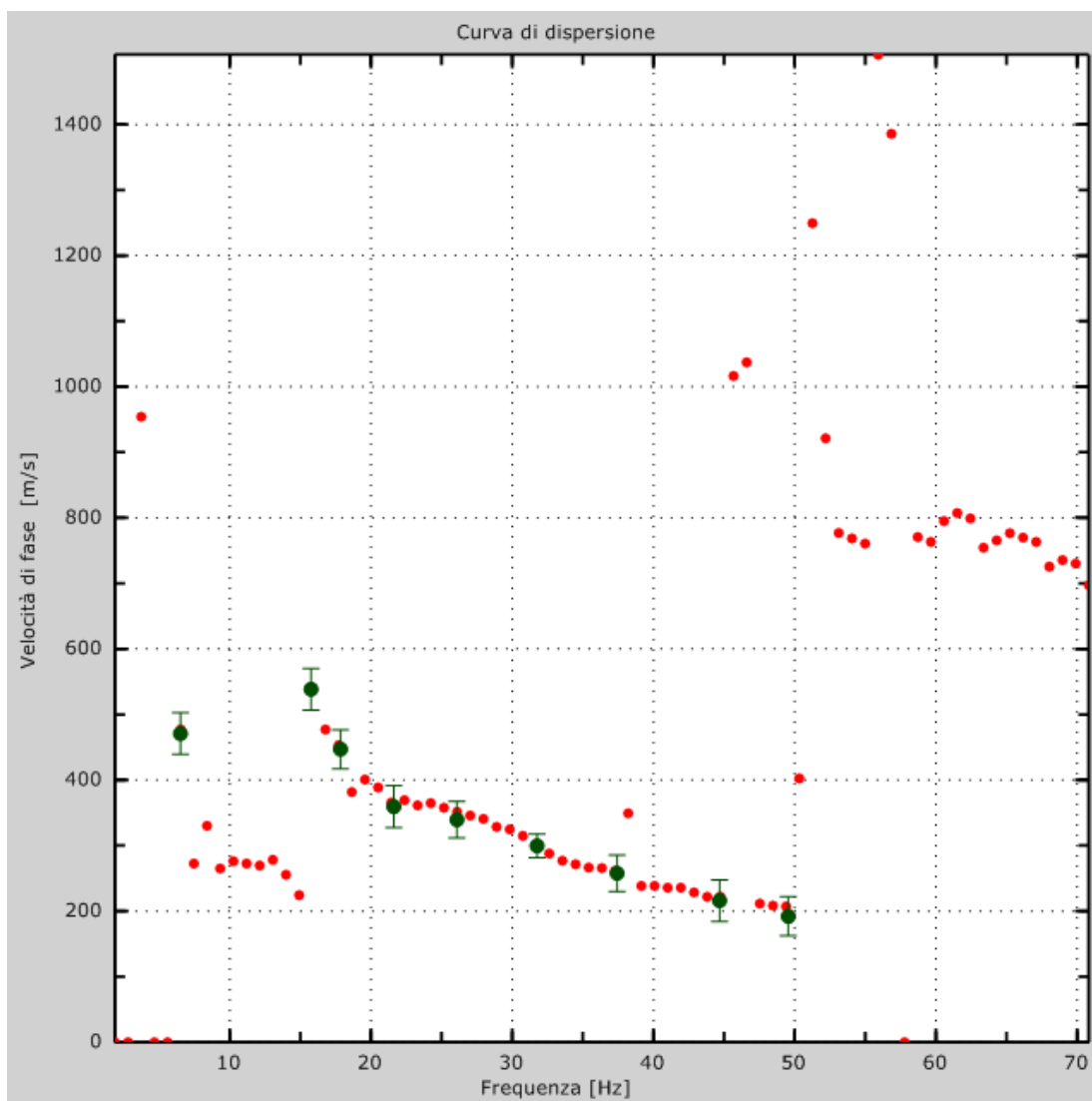


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....	9
Spaziatura ricevitori	2m
Numero ricevitori	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m]	2
z [m]	-2
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.2
Vs [m/s]	213
Vp [m/s]	348
Vs min [m/s]	107
Vs max [m/s]	427
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	213

Strato 2

h [m]	2
z [m]	-4
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	333
Vp [m/s]	544
Vs min [m/s]	166
Vs max [m/s]	666
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	333

Strato 3

h [m]	3
z [m]	-7
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	399
Vp [m/s]	652

Vs min [m/s]	200
Vs max [m/s]	799
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	399

Strato 4

h [m]	4
z [m]	-11
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	497
Vp [m/s]	812
Vs min [m/s]	248
Vs max [m/s]	993
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	497

Strato 5

h [m]	4
z [m]	-15
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	598
Vp [m/s]	977
Vs min [m/s]	299
Vs max [m/s]	1197
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	598

Strato 6

h [m]	5
z [m]	-20
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.48
Vs [m/s]	598
Vp [m/s]	3049
Vs min [m/s]	299
Vs max [m/s]	1197

Falda presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s]598

Strato 7

h [m]5

z [m]-25

Densità [kg/m³]2000

Poisson0.48

Vs [m/s]523

Vp [m/s]2667

Vs min [m/s]262

Vs max [m/s]1046

Falda presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s]523

Strato 8

h [m]6

z [m]-31

Densità [kg/m³]2000

Poisson0.2

Vs [m/s]523

Vp [m/s]854

Vs min [m/s]262

Vs max [m/s]1046

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s]523

Strato 9

h [m]0

z [m]-00

Densità [kg/m³]2000

Poisson0.2

Vs [m/s]523

Vp [m/s]854

Vs min [m/s]262

Vs max [m/s]1046

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

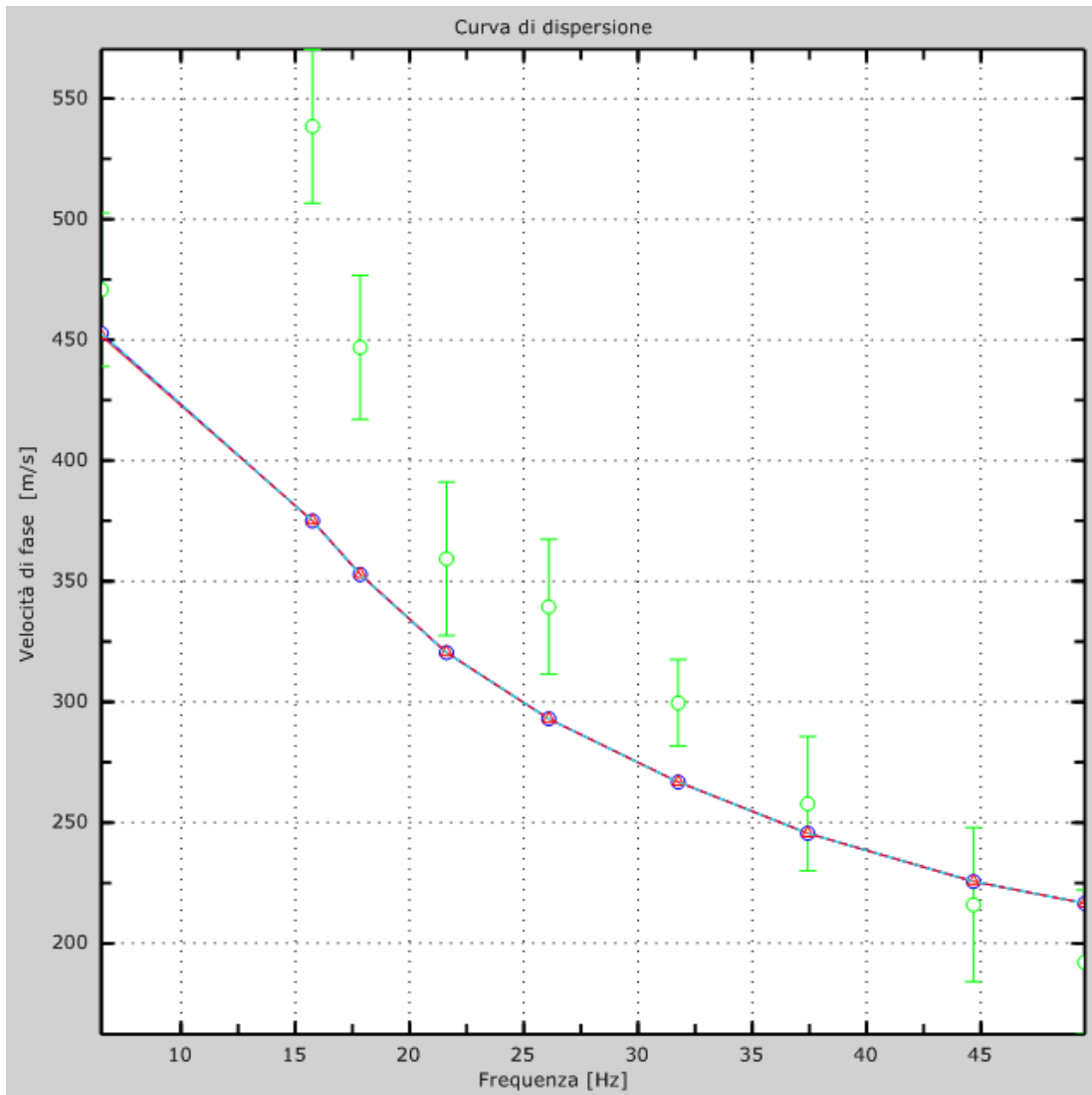


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

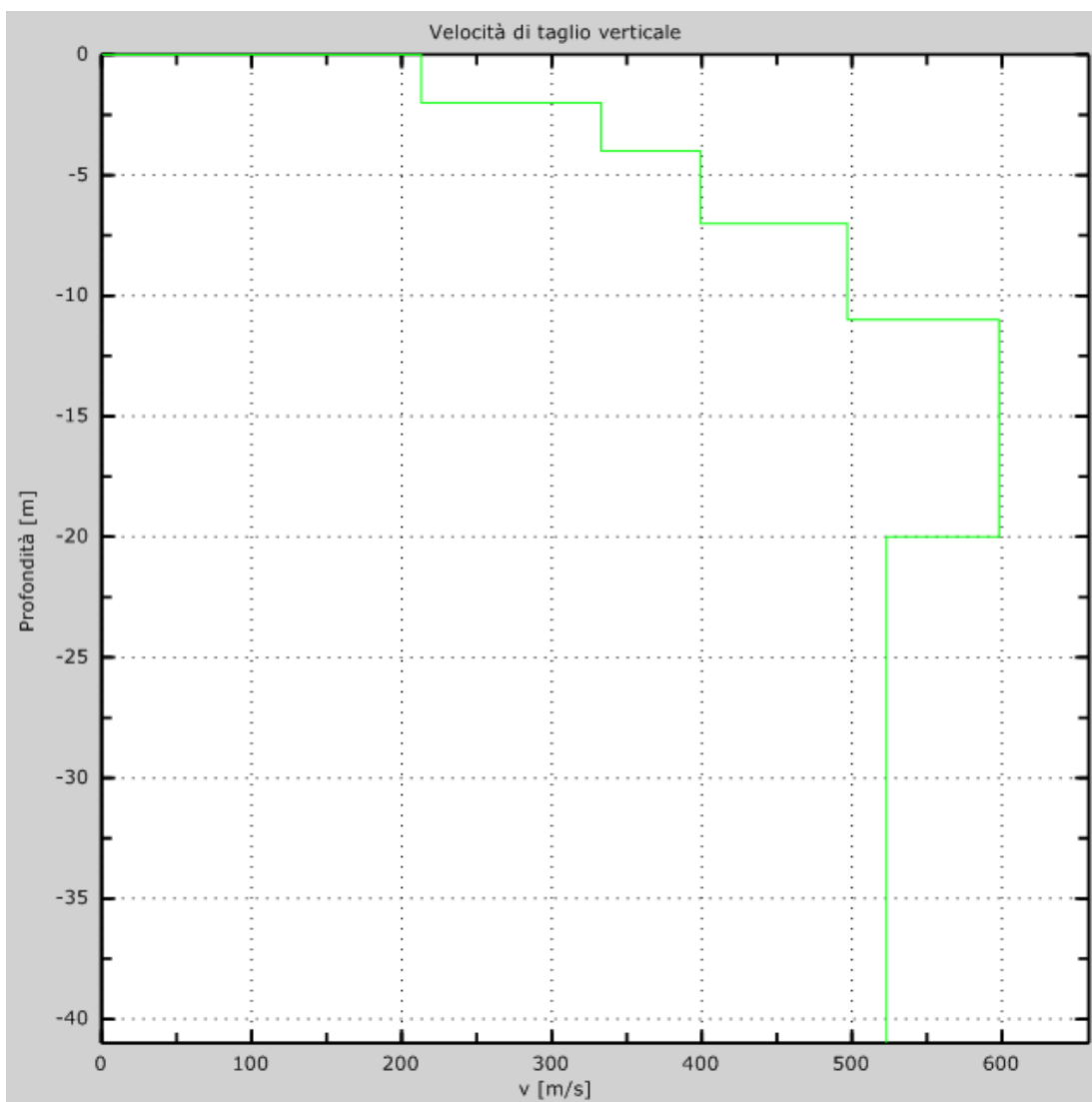


Figura 5: Profilo Vs numerico

Risultati delle analisi MASW

Autore: PATRIZIA TINCANI
Sito: S. RIGO PUA ANS4-6a - L2
Data: 15/09/2015

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

1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce
Numero di ricevitori24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali7651
Passo temporale di acquisizione0.131ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a1002.15ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

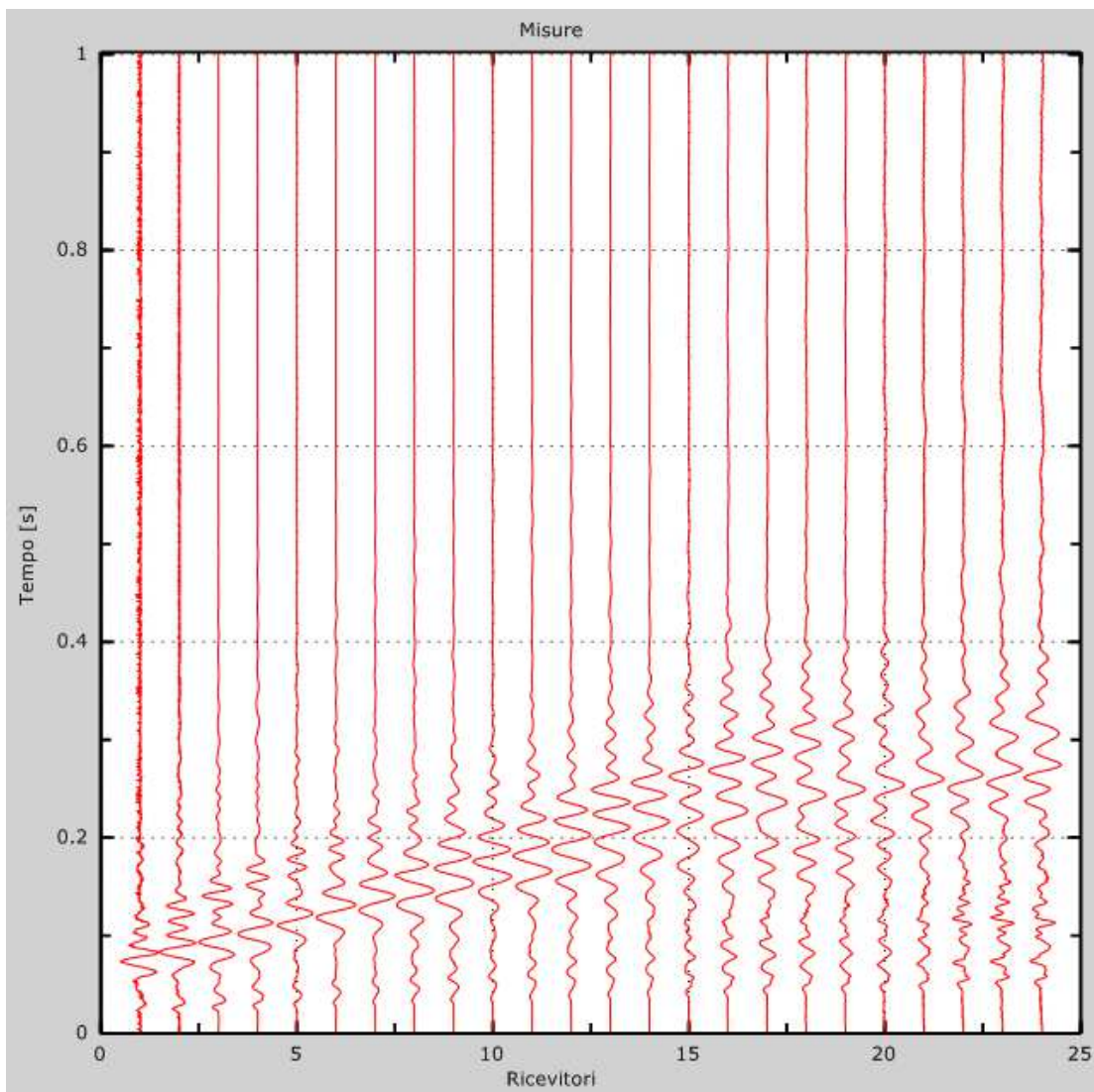


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale.....70Hz
Frequenza iniziale2Hz

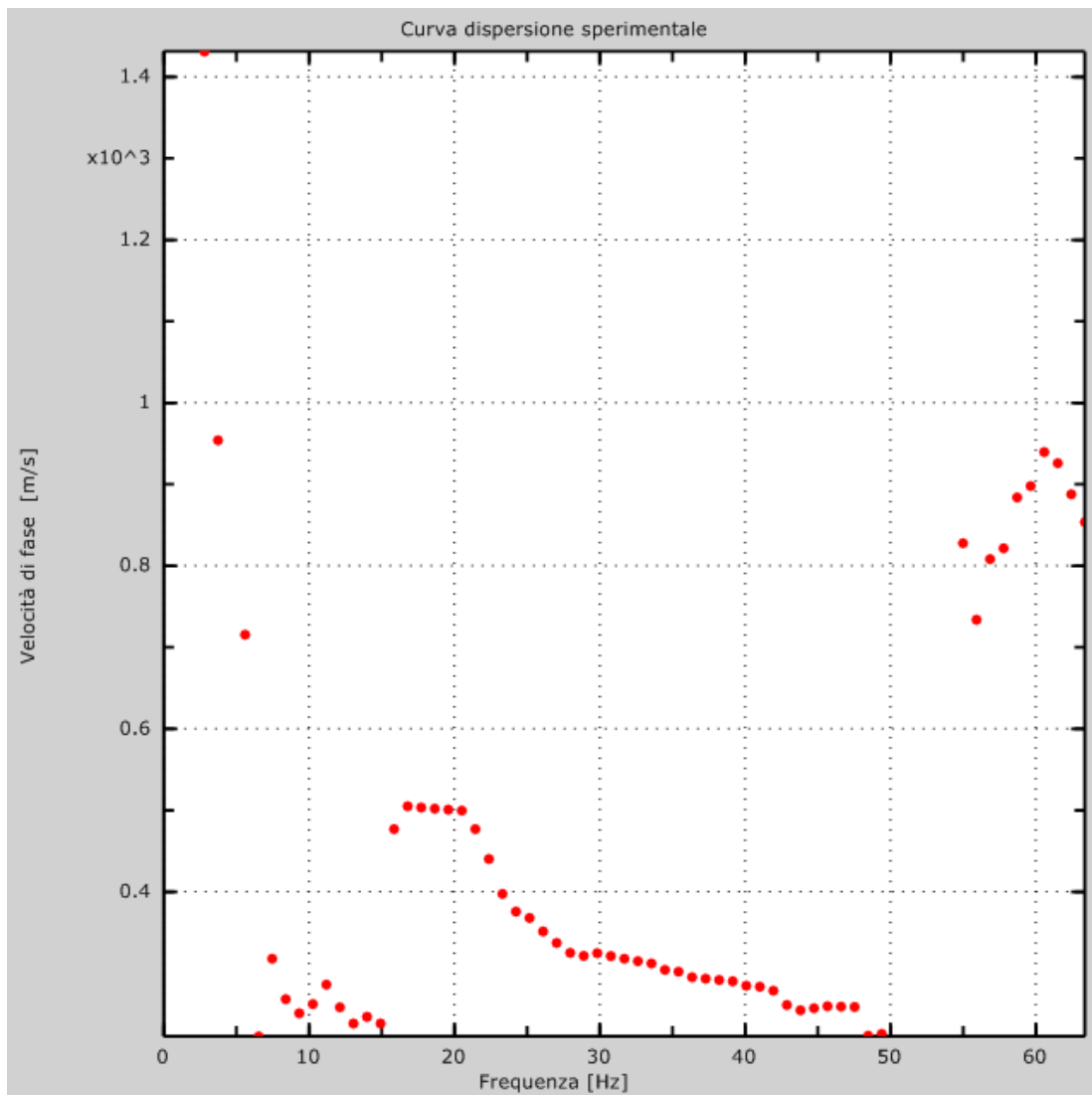


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
15.9505	470.513	446.194	494.832
16.8451	499.696	455.922	543.47
20.6224	492.401	458.354	526.447
20.7218	526.447	521.583	531.311
22.4116	436.467	392.693	480.241
25.0955	365.942	314.872	417.012
29.2704	310.008	275.961	344.055
38.316	285.689	263.802	307.576
42.7891	256.506	220.028	292.985
47.7592	254.074	212.732	295.417
49.2502	220.028	193.277	246.779

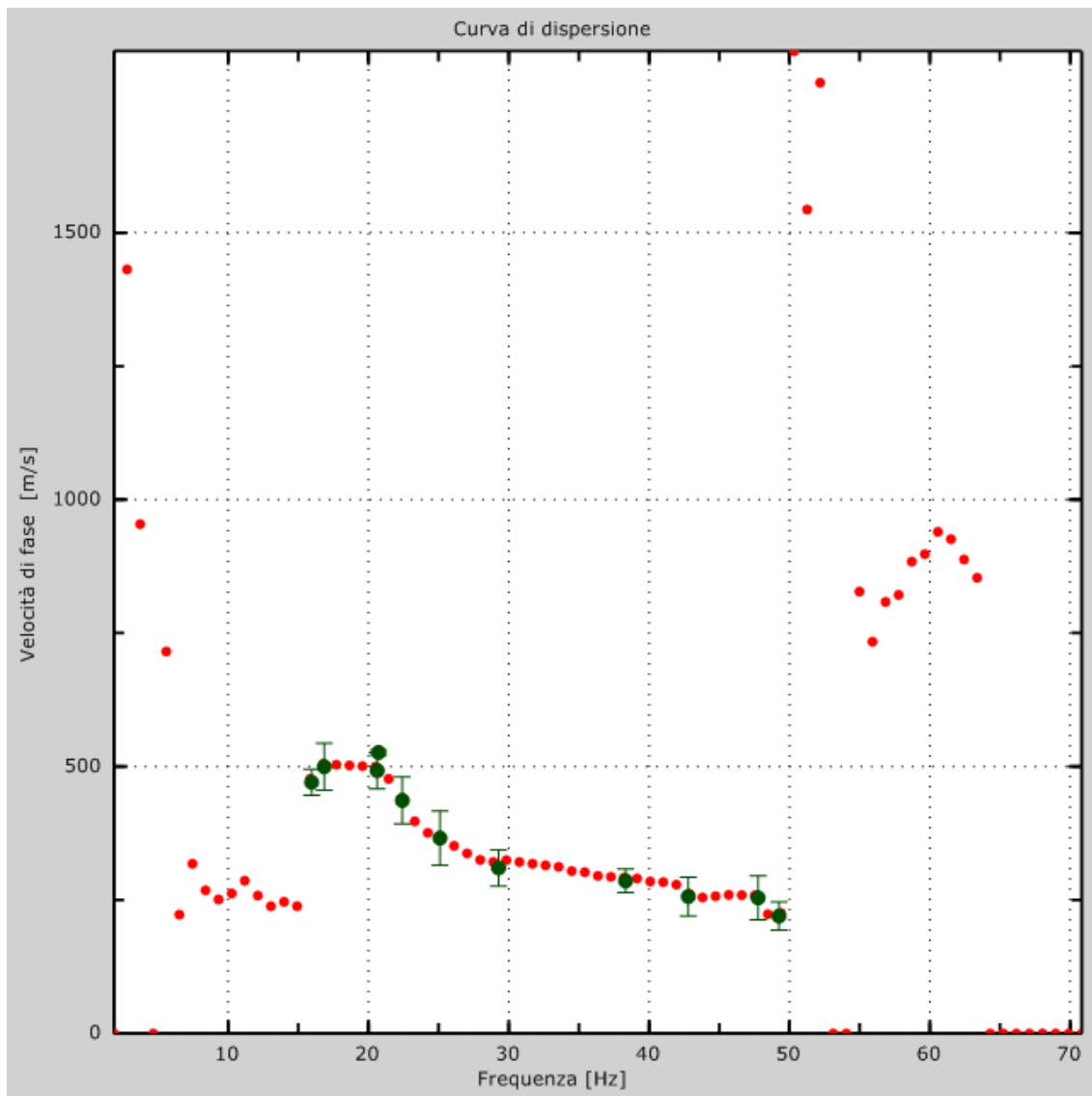


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori	2m
Numero ricevitori	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m]	2
z [m]	-2
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.2
Vs [m/s]	244
Vp [m/s]	398
Vs min [m/s]	122
Vs max [m/s]	489
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	244

Strato 2

h [m]	2
z [m]	-4
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.48
Vs [m/s]	317
Vp [m/s]	1616
Vs min [m/s]	159
Vs max [m/s]	635
Falda presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	317

Strato 3

h [m]	3
z [m]	-7
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	407
Vp [m/s]	665
Vs min [m/s]	203
Vs max [m/s]	813

Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	407

Strato 4

h [m]	4
z [m]	-11
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	585
Vp [m/s]	955
Vs min [m/s]	292
Vs max [m/s]	1170
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	585

Strato 5

h [m]	4
z [m]	-15
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	555
Vp [m/s]	906
Vs min [m/s]	278
Vs max [m/s]	1110
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	555

Strato 6

h [m]	5
z [m]	-20
Densità [kg/m ³]	1900
Poisson	0.2
Vs [m/s]	555
Vp [m/s]	906
Vs min [m/s]	278
Vs max [m/s]	1110
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	555

Strato 7

h [m]	5
-------------	---

z [m]	-25
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.48
Vs [m/s]	555
Vp [m/s].....	2830
Vs min [m/s]	278
Vs max [m/s]	1110
Falda presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	555

Strato 8

h [m]	6
z [m]	-31
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.2
Vs [m/s]	555
Vp [m/s].....	906
Vs min [m/s]	278
Vs max [m/s]	1110
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	555

Strato 9

h [m]	0
z [m]	-∞
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.2
Vs [m/s]	523
Vp [m/s].....	854
Vs min [m/s]	261
Vs max [m/s]	1046
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	523

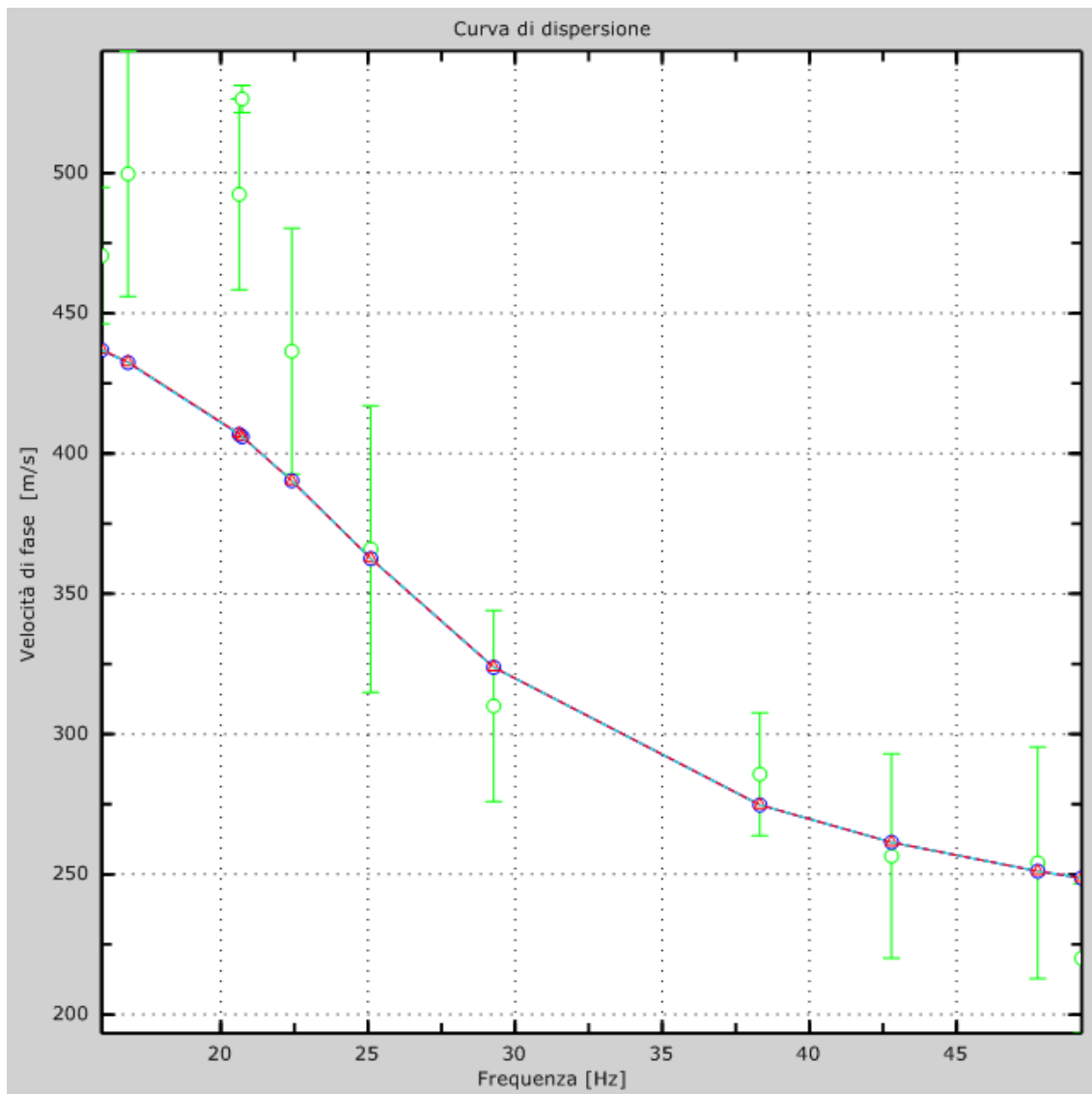


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

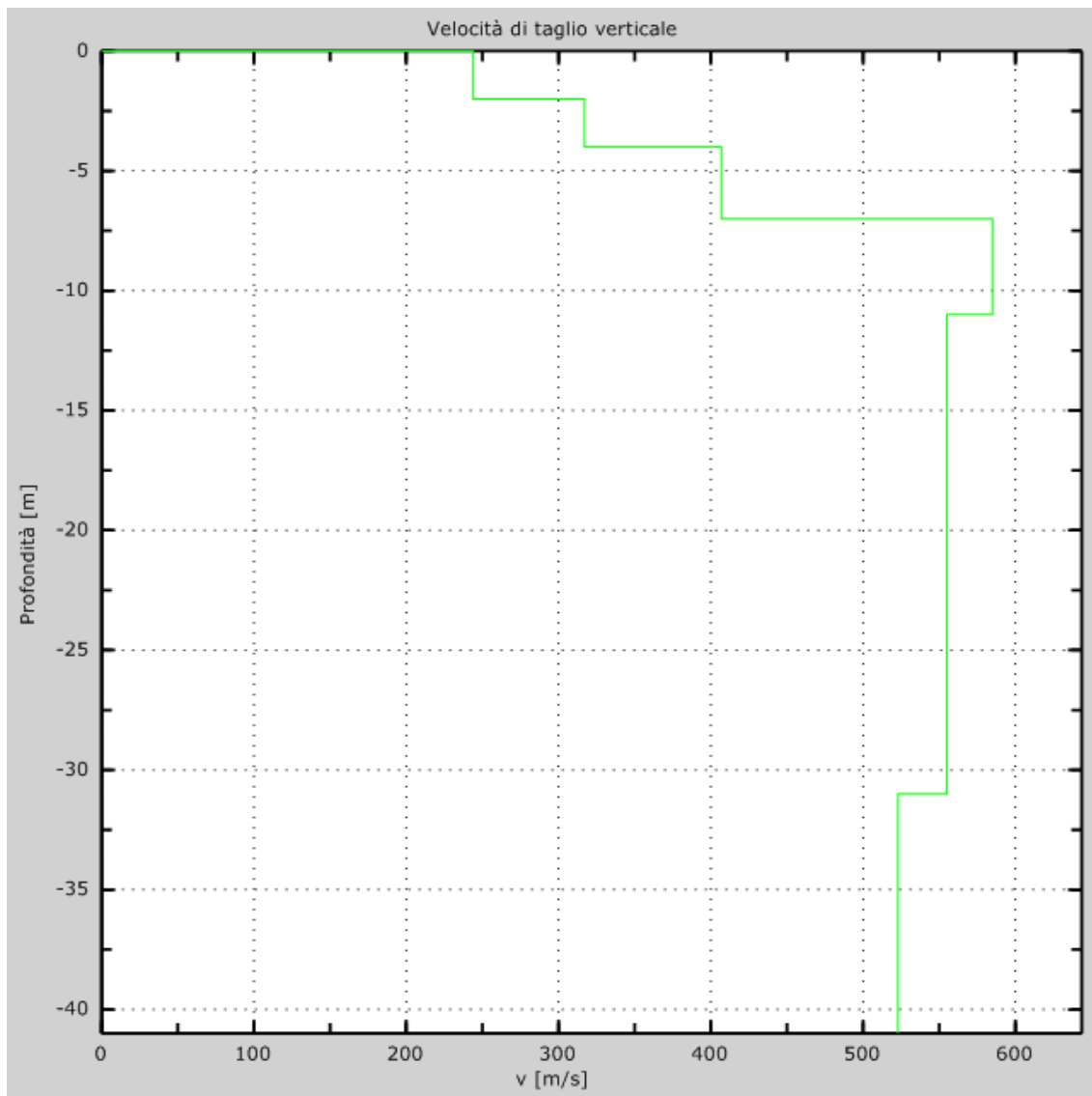


Figura 5: Profilo Vs numerico