

UFFICIO TECNICO – GEOLOGICO

Dott. Roberto **MANFREDINI**

AMBIENTE - GEOLOGIA - PROGETTAZIONI

41.027 PIEVEPELAGO (MO) – Via Roma n° 115

Tel. +39 0536 / 71450 Fax +39 0536 / 72589

Cell. +39 3356379297

geoman@msw.it – roberto.manfredini@geopec.it

P. IVA 00642520365 C.F. MNFRRT50S26G649U

REGIONE EMILIA ROMAGNA

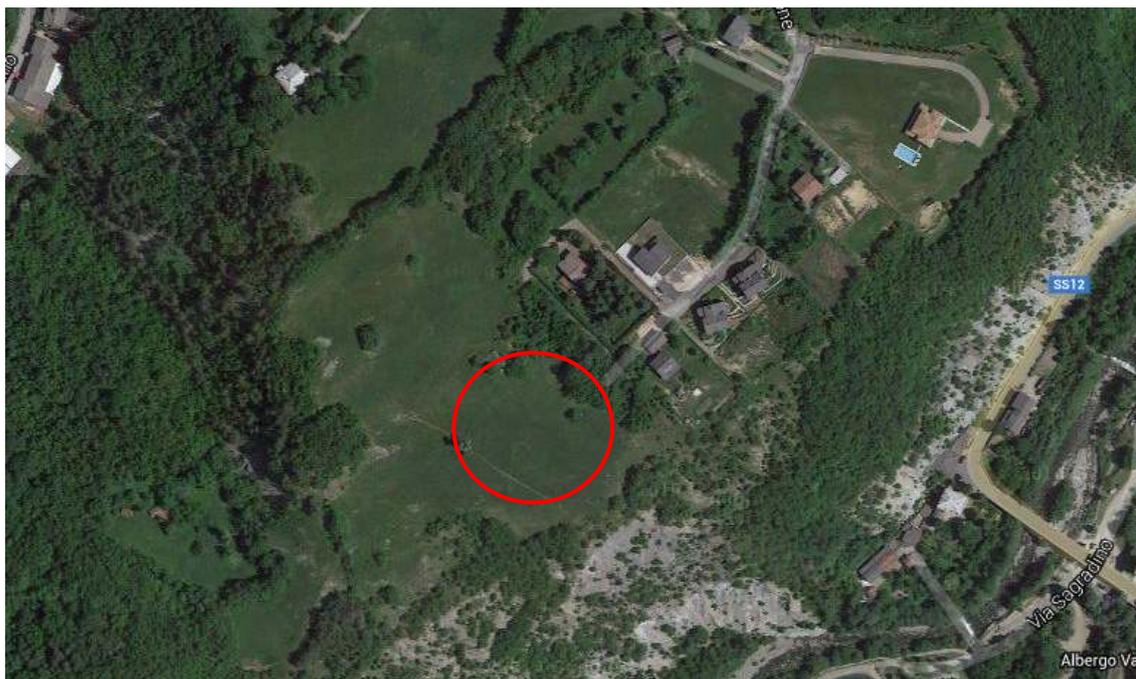
COMUNE di PIEVEPELAGO

PROVINCIA di MODENA

*** **

***RAPPORTO GEOLOGICO - GEOTECNICO - AMBIENTALE
INTEGRAZIONE***

Località : Il Montale, Via Rigone
Identificazione catastale : Comune di Pievepelago F.29 Mappale n° 174
Committente : Rio Fin srl
Pievepelago 28.10.2015 - Aggiornamento 07.03.2016



INTRODUZIONE

Facendo riferimento all'elaborato " Rapporto geologico – geotecnico – ambientale " del 28.10.2015, riguardante un'area a sviluppo residenziale situata in Comune di Pievepelago, località " Il Montale " , si integra quanto precedentemente inoltrato con la seguente documentazione tecnica:

- **All. n° 1** Sondaggi geognostici:
 - Ubicazione prove
 - Stratigrafia geologica: S₁ – S₂ (Anno 2006)
S₃ (Anno 2008)
S₄ – S₆ (Anno 2015)
S₅ (Anno 2014)
S₇ – S₈ – S₉ (Anno 2015)

- **All. n° 2** Relazione tecnica relativa ad " Indagine geofisica con metodo sismico Masw " .

- **All. n° 3** Note tecniche sulla microzonazione sismica

SONDAGGI GEOGNOSTICI

All. n° 1

PLANIMETRIA di RIFERIMENTO

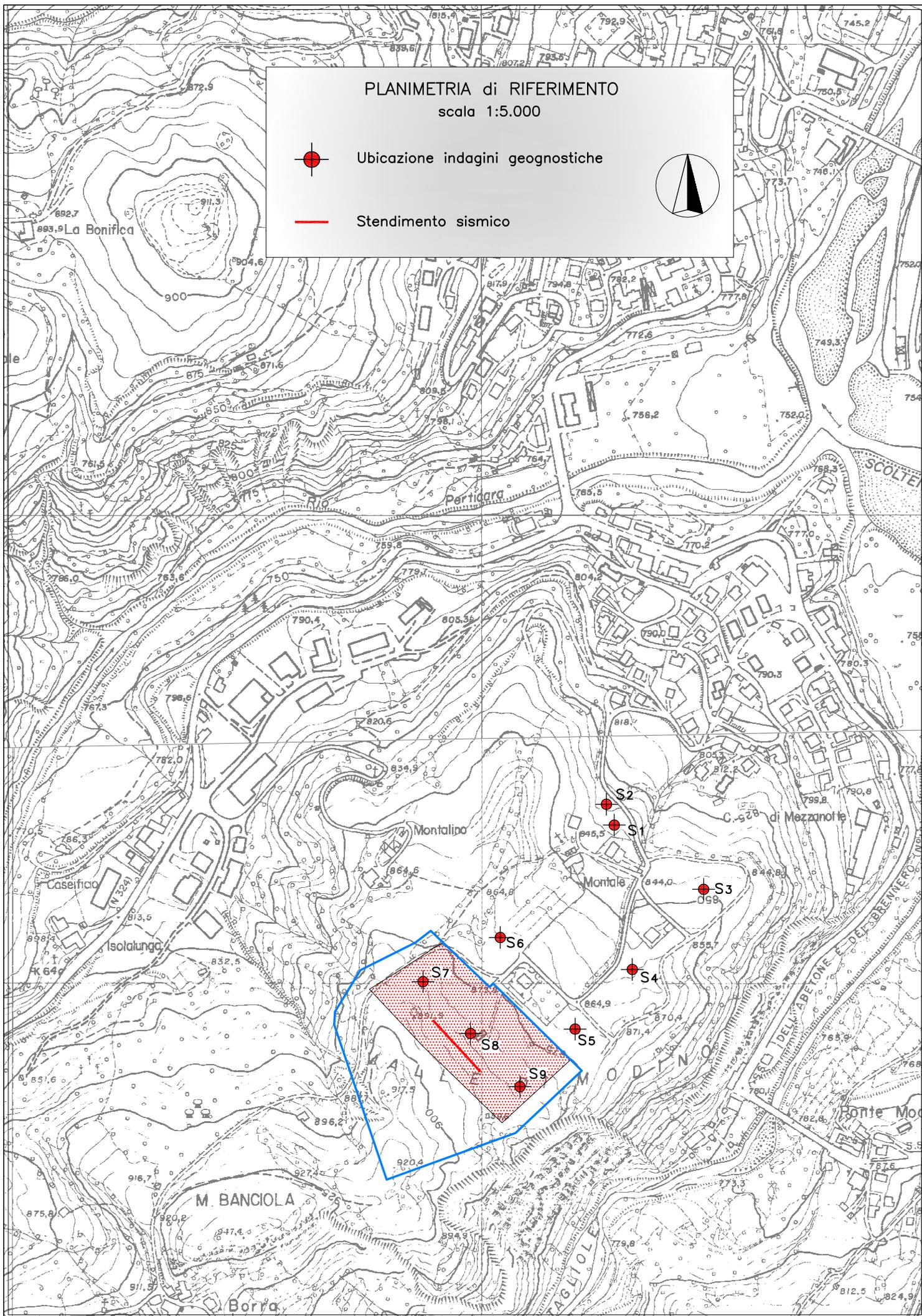
scala 1:5.000



Ubicazione indagini geognostiche



Stendimento sismico





Committente: Dott. Roberto Manfredini		Certificato n°: 000197 Pagina 3/4
Località: Pievepelago (MO) - Via Rigone		Verbale di accettazione n°: 0065 del 16/03/06
Il direttore del laboratorio Dott. Pier Luigi Dallari	Lo sperimentatore Dott. Emilio Guerzoni	Data esecuzione: dal 23/03/06 al 24/03/06
		Data emissione: 31/03/2006
		Sondaggio: 1

o mm	metri halt	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		DATI TECNICI	
						m	S.P.T. Pt		
101	1		1.6	1.6	Argille marroni, umide, mediamente consistenti, con blocchi calcarei	1.5	9-18-50/8cm	C	Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas-Copco Mustang A66 CB-T, attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm Non è stato inserito rivestimento Sperimentatore: Dott. Emilio Guerzoni Aiuto-Sperimentatore: Sig. Giuseppe Colucci
	2				Siltiti marnose, grigie, consistenti, quasi asciutte, con rari clasti				Elaborazione grafica della stratigrafia: Dott. Gianni Lorici
	3					3.0	4-8-11	C	
	4		3.5	1.9	Argille localmente marnose, grigie, poco umide, con livelli calcarei fratturati e frequenti clasti				
	5								
	6		5.2	1.7	Argille marnose, grigie con striature rosate da -5.20 a -5.60 m, consistenti, asciutte; presenza di clasti e di un livello calcareo da -7.40 a -7.50 m; da -6.50 m la componente marnose aumenta				
	7								
	8		8.0	2.8					



Committente: Dott. Roberto Manfredini		Certificato n°: 000198 Pagina 3/4
Località: Pievapelago (MO) - Via Rigone		Verbale di accettazione n°: 0065 del 16/03/06
Il direttore del laboratorio Dott. Pier Luigi Dallari	Lo sperimentatore Dott. Emilio Guerzoni	Data esecuzione: dal 24/03/06 al 27/03/06
		Data emissione: 31/03/2006
		Sondaggio: 2

o mm	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		
						m	S.P.T.	Pr
			0.3	0.3	Terreno vegetale			
101	1		1.7	1.4	Materiale detritico costituito da limi-sabbiosi, nocciola, umidi	1.5	20-29-45	C
	2		3.0	1.3	Siltiti marnose nocciola tendenti a grigie da -2.60 m. poco umide, con qualche clasto			
	3		8.0	5.0	Marne argillose ed argille marnose, grigie, asciutte, con calcari grigi (-5.80 m)	3.0	34-50/14cm	C
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							

Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas-Copco Mustang A66 CB-T, attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm

Non è stato inserito rivestimento

Sperimentatore:
Dott. Emilio Guerzoni

Aiuto-Sperimentatore:
Sig. Francesco Tuosto
Sig. Giuseppe Colucci

Elaborazione grafica della stratigrafia:
Dott. Gianni Loricci

SAGGIO CON ESCAVATORE

Prova: S3

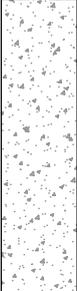
Data: 13.10.2008

Committenza: Ugolini Massimiliano

Tipo: saggio con escavatore

Località: Pievepelago – Montale

Comune: Pievepelago (MO)

m	Stratigrafia	Descrizione	Note
0			
1		Terreno sciolto–Suolo pedogenizzato a matrice argillosa	
2		Detrito eluvio–colluviale in matrice limo–sabbiosa	
3		Marne argillose, asciutte, grigie Substrato autoctono; spessore da cartografia geologica >30 m.	
4			
5			

SAGGIO CON ESCAVATORE

Prova: **S4** Data: 09.09.2015

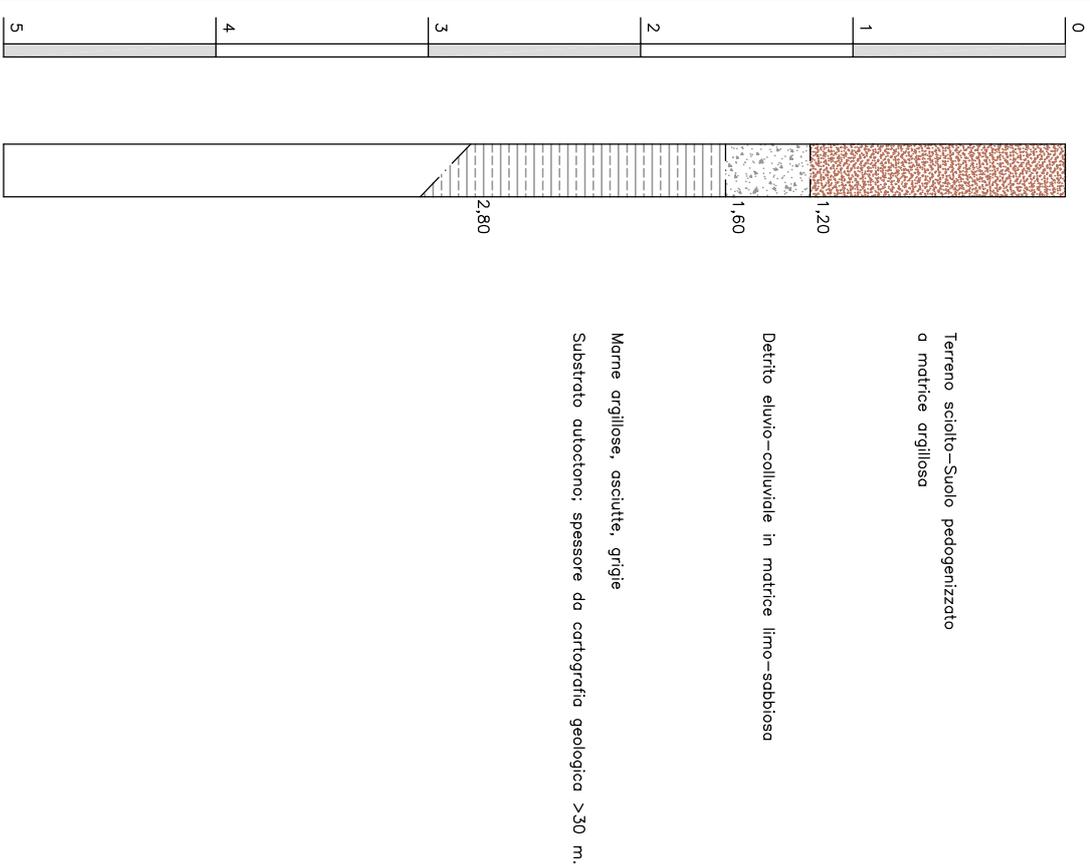
Comittenza: Aonzo Marco

Tipo: saggio con escavatore

Località: Pievepelago – Montale

Comune: Pievepelago (MO)

m	Stratigrafia	Descrizione	Note
---	--------------	-------------	------



SAGGIO CON ESCAVATORE

Prova: **S6** Data: 09.09.2015

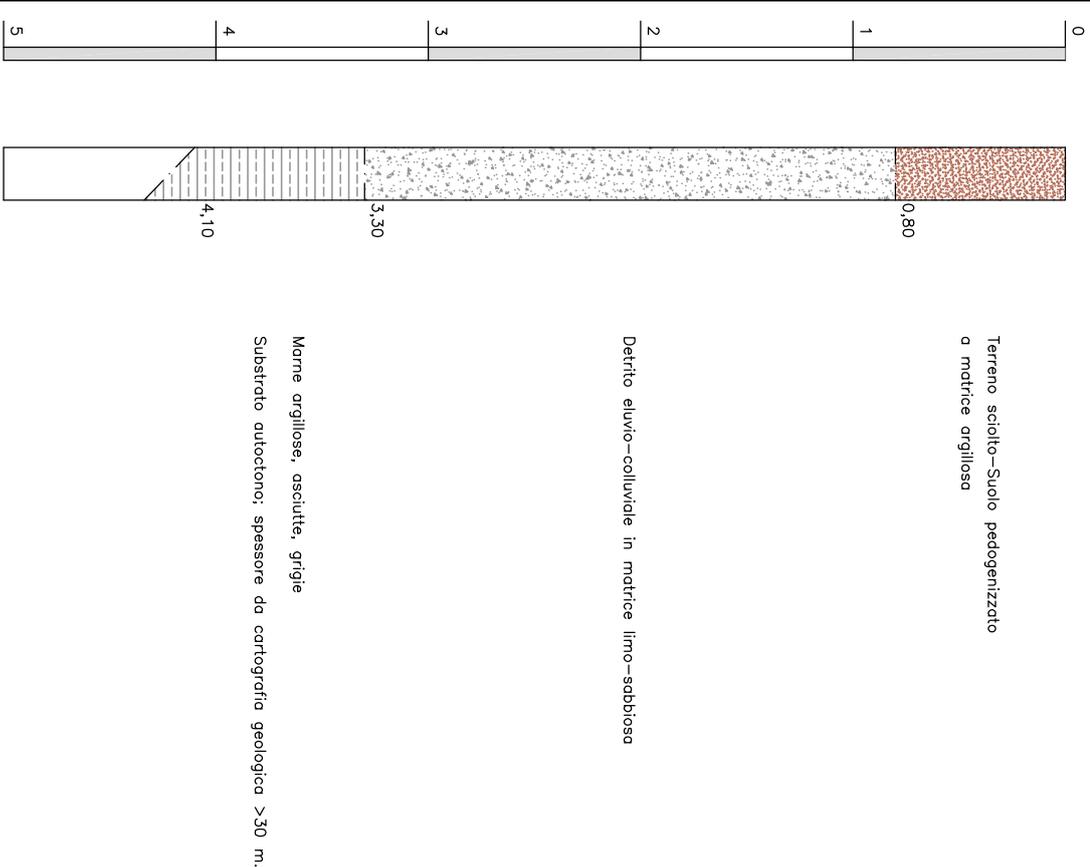
Comittenza: Aonzo Marco

Tipo: saggio con escavatore

Località: Pievepelago – Montale

Comune: Pievepelago (MO)

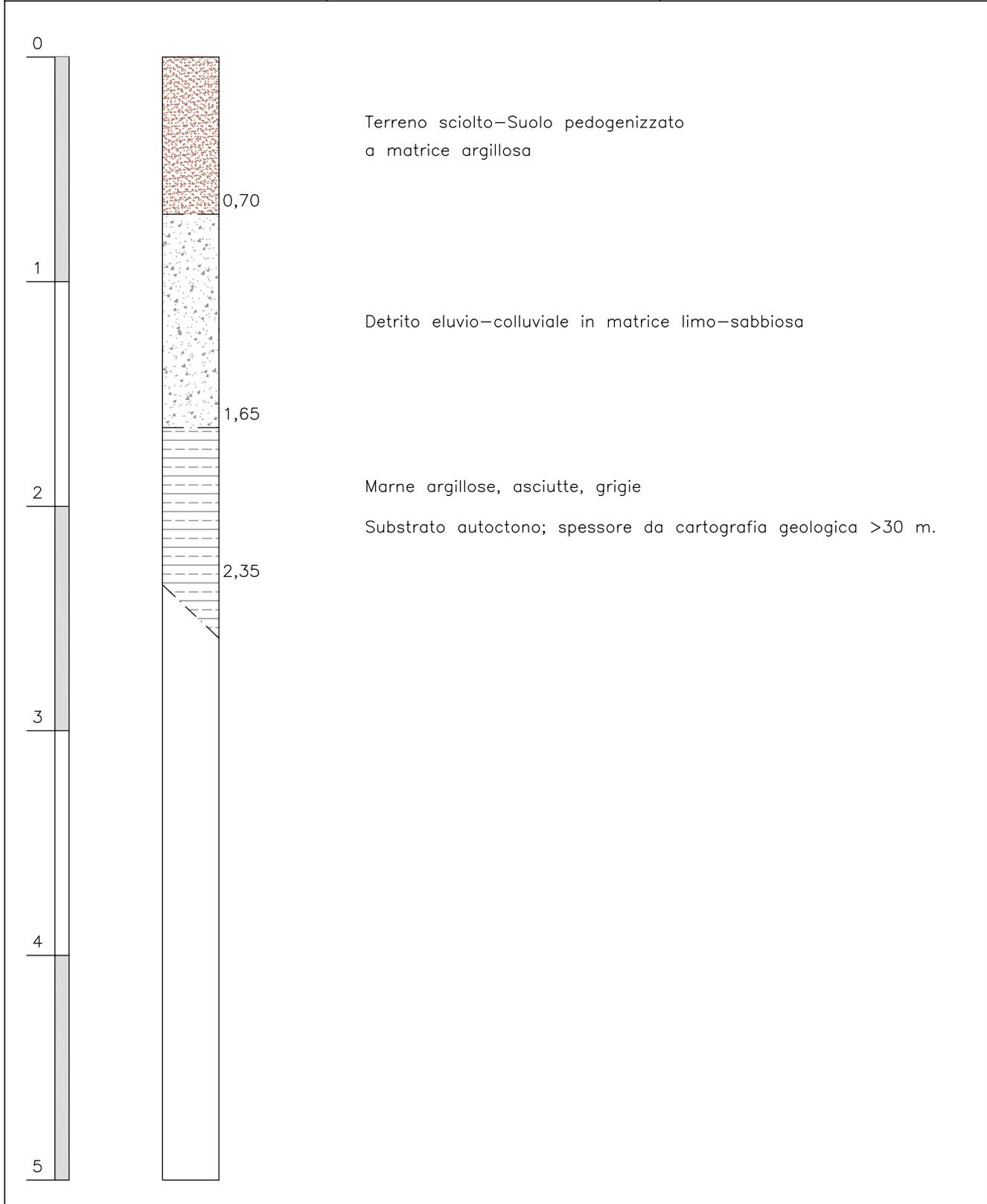
m	Stratigrafia	Descrizione	Note
---	--------------	-------------	------



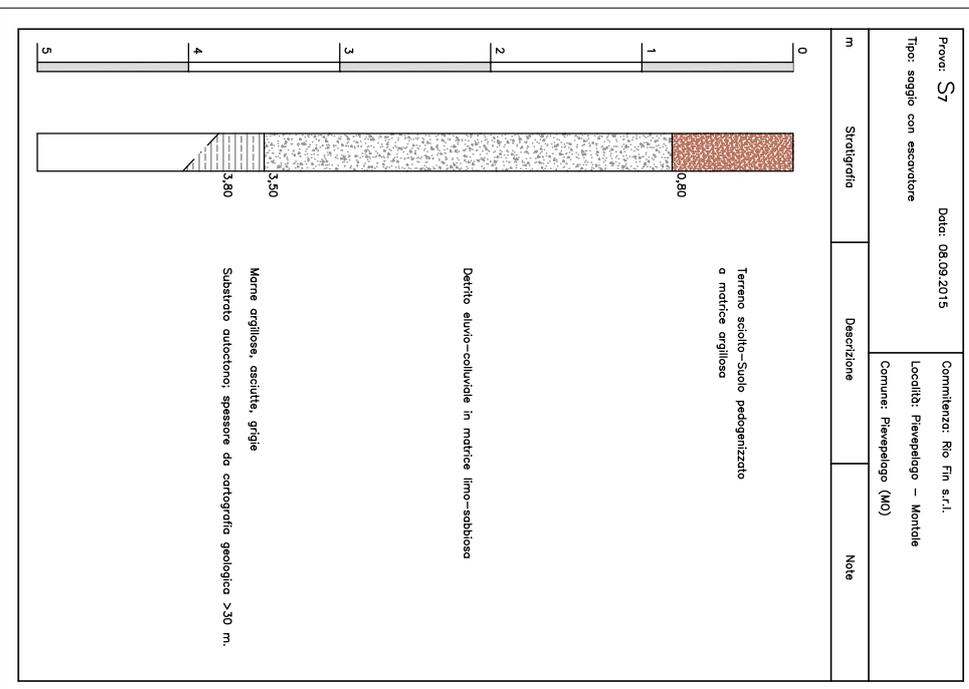
SAGGIO CON ESCAVATORE

Prova: S5	Data: 22.03.2004	Commitenza: Crovetti / Anfossi
Tipo: saggio con escavatore		Località: Pievepelago – Montale
		Comune: Pievepelago (MO)

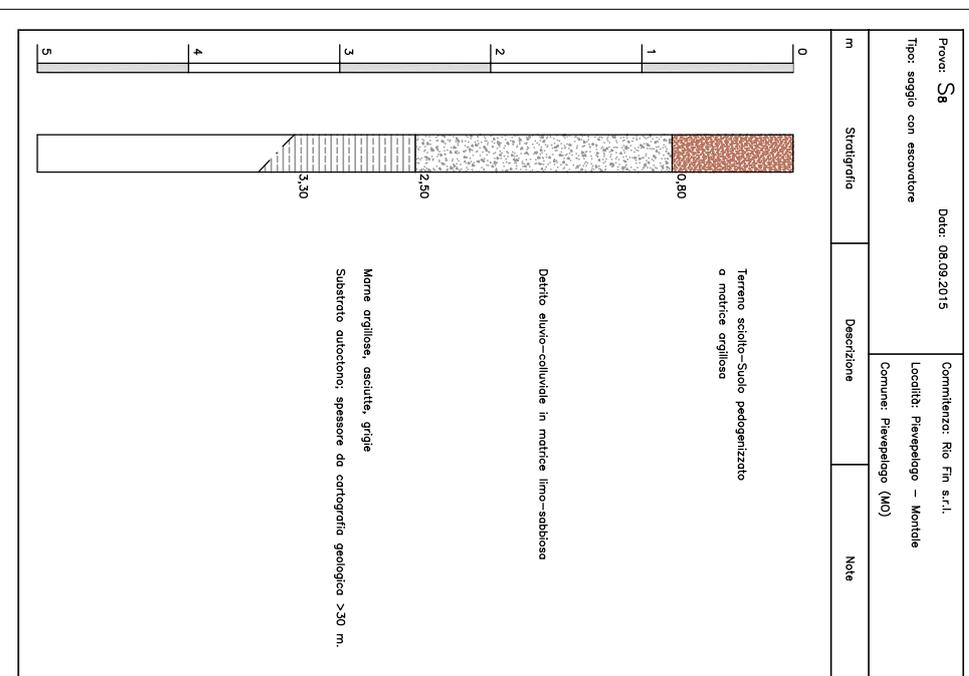
m	Stratigrafia	Descrizione	Note
---	--------------	-------------	------



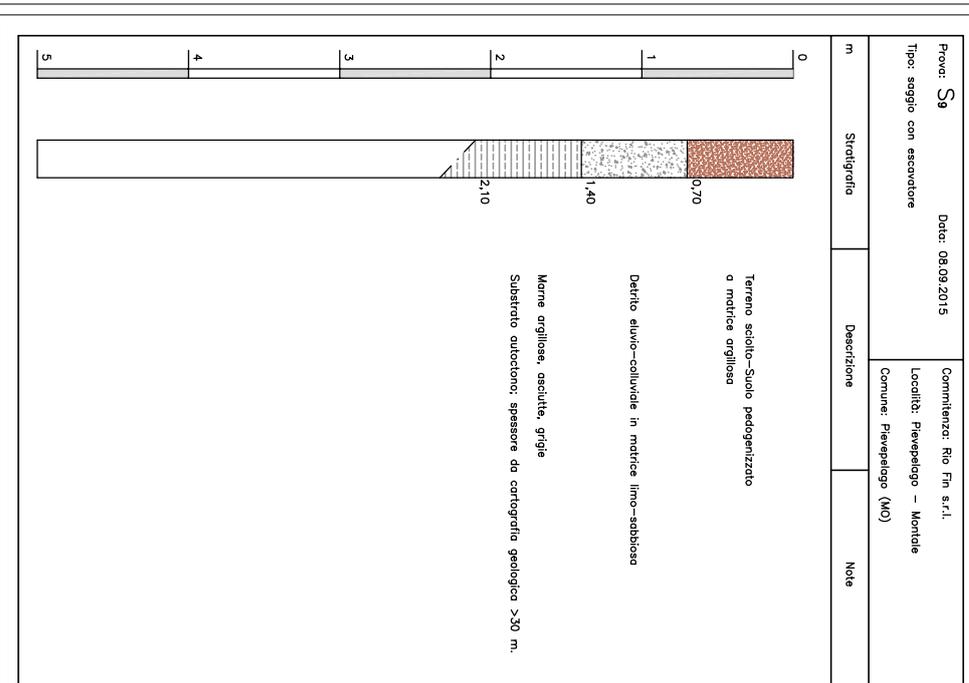
SAGGIO CON ESCAVATORE



SAGGIO CON ESCAVATORE



SAGGIO CON ESCAVATORE



INDAGINE GEOFISICA "SISMICA MASW"

All. n° 2

INTRODUZIONE

È stata svolta indagine geognostica territoriale su area a sviluppo residenziale, posta in Comune di Pievepelago, località “ Il Montale “, con l’obiettivo di caratterizzare il sottosuolo in conformità alle disposizioni normative in materia.

Nello specifico è stata eseguita una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L’indagine è stata svolta con l’obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (V_s30), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.t.c. 23/09/05), al D.m. 14/01/08 (“Nuove norme tecniche per la costruzione”) ed alla delibera G.r.e.r. (n. 1677 del 24/10/05).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell’indagine eseguita.

METODO DI INDAGINE

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l’individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d’onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L’analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L’indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d’onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d’onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l’impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all’istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d’onda.

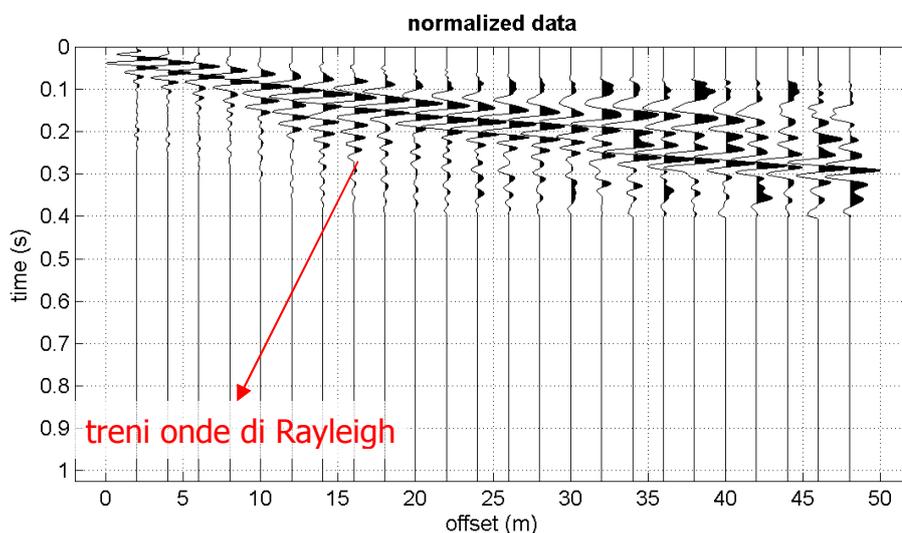
La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all’indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall’interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d’onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell’energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un’attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d’onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e

lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Sismogramma -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni,utilizzando tutto lo spazio a disposizione, con spaziatura tra i geofoni di 2 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2 m, 5,0 me 10,0metri dal primo geofono.

STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale PASI 16S24-U , munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, dotato di 24 geofoni PASI verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna

- attraverso le seguenti fasi:
- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;

- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

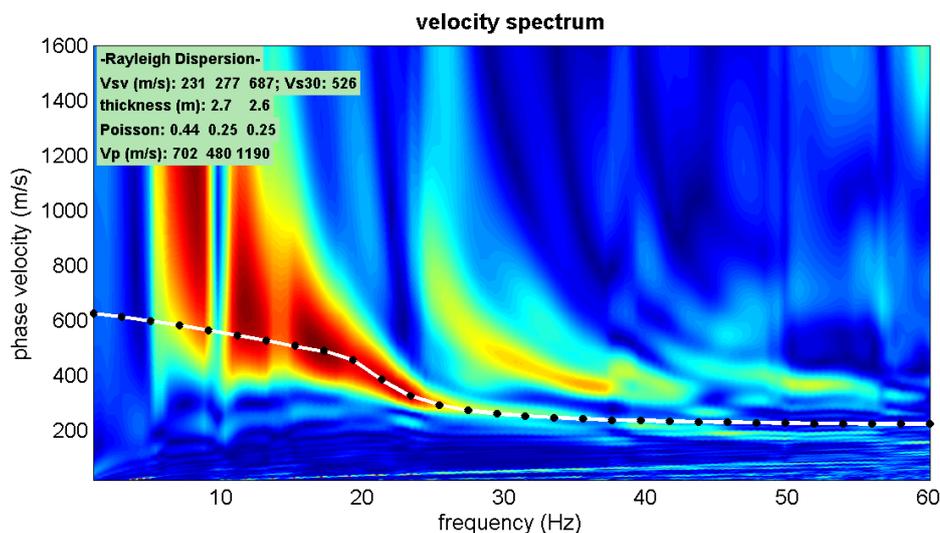
Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

ELABORAZIONE

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 6.0 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.



Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (V_s) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la

velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione la stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo è stato possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

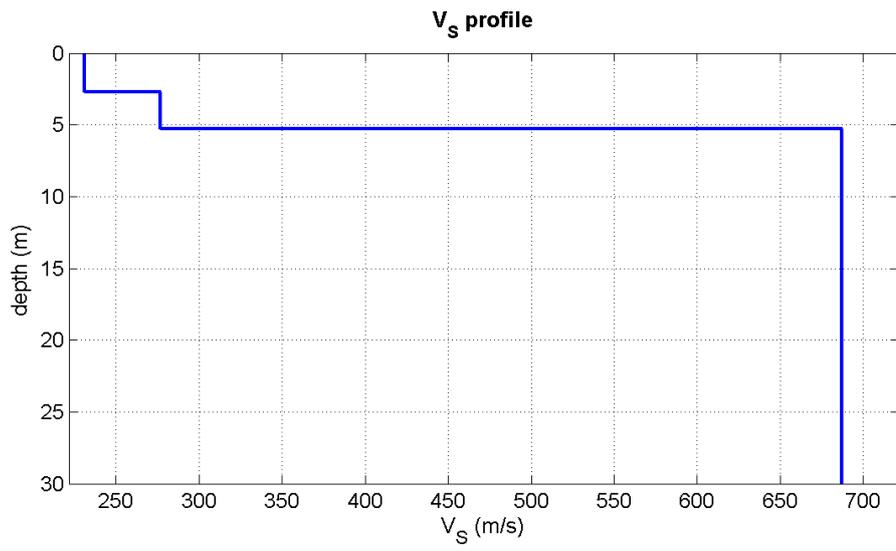
RISULTATI - Determinazione delle categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **526 m/sec**.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
2.7	2.7	231
5.3	2.6	277
30.0	24.7	687

In conformità al DM 14.01.2008 il territorio è classificato in **Categoria B**: “ Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) “ .



- *Diagramma velocità/profondità*-



- *Ubicazione stendimento*-

NOTE TECNICHE SULLA MICROZONAZIONE SISMICA

All. n° 3

Gli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico, così come specificato nell'art. A-2, comma 4, dell'Allegato alla LR 20/2000, attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico, verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

L'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna con delibera n. 112 oggetto n. 2131 del 02/05/2007 ha approvato l'atto di indirizzo e coordinamento ai sensi dell'art. 16, comma 1, della LR 20/2000: "Indirizzi per gli studi di micro-zonazione sismica in Emilia Romagna" per la pianificazione territoriale e urbanistica".

Nell'atto di indirizzo vengono indicati i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la micro-zonazione sismica del territorio con particolare riguardo alla tipologia ed al livello di approfondimento degli studi da effettuare per una migliore definizione della risposta sismica locale.

La definizione della pericolosità sismica di un sito include la pericolosità sismica di base e la quantificazione degli effetti di sito.

Per pericolosità sismica di base si intende quella componente di pericolosità dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area.

Gli effetti di sito sono invece dipendenti dalle condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali che modificano, a volte in modo significativo, il moto sismico corrispondente alla pericolosità sismica di base.

La quantificazione degli effetti di sito richiede la conoscenza dei risultati dello studio di pericolosità sismica di base, nonché di dati relativi alle caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche del sito oggetto di studio.

Gli effetti locali comprendono:

- l'amplificazione o deamplificazione litostratigrafica;
- l'amplificazione o deamplificazione topografica.

Per la realizzazione di uno studio di micro zonazione sismica è necessaria quindi l'esecuzione di una campagna di indagini finalizzata alla determinazione delle caratteristiche geologiche-geomorfologiche, litostratigrafiche-geotecniche, e sismiche.

MICROZONAZIONE SISMICA – I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il primo livello di approfondimento è diretto a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali.

A tale scopo si è fatto riferimento alla " *Carta delle aree suscettibili di effetti locali* " allegata al PTCP 2009 della Provincia di Modena nella quale tutto il territorio provinciale è stato suddiviso in aree che necessitano o meno di approfondimenti specifici.

Nello specifico l'area di variante oggetto di studio ricade in una zona individuata come " *Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche* " per la quale sono richiesti studi per la valutazione del coefficiente di amplificazione: Approfondimenti di II° Livello.

Dall'indagine sismica eseguita con metodo MASW è risultato $V_{s30} = 526$ m/sec.

MICROZONAZIONE SISMICA – II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Per determinare i coefficienti di amplificazione sismica si è fatto riferimento al valore misurato delle V_{s30} e sono state utilizzate le tabelle e formule per la valutazione dei fattori di amplificazione sismica per le analisi del secondo livello di approfondimento e per la valutazione degli effetti topografici riportati nell'Allegato 2 della Delibera n° 112 della RER.

Fattori di Amplificazione Litologici

La definizione dei coefficienti di amplificazione sismica, è stata effettuata impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (A2.1 e A2.2) dell'Atto di indirizzi della RER, che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Questi fattori sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodo, dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione orizzontale e l'intensità di Housner al suolo di riferimento, definiti per ogni Comune, ricavabili dal *data base* regionale, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e l'intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Considerato che dall'indagine sismica eseguita è risultato che il bedrock sismico si trova ad una profondità di massima non superiore a - 5,3 m ed il valore delle velocità medie della copertura corrisponde a $V_{sH} = 254$ m/s per la determinazione del fattore di Amplificazione (FA) si è fatto riferimento al caso di “ Appennino “ con sub-strato caratterizzato da $V_s < 800$ m/s per il quale si devono usare le tabelle che seguono:

F.A. P.G.A.

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
10	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35	1.8	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
40	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{sH} II	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.6	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0
35	2.0	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.8	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti i seguenti fattori di amplificazione:

F.A. PGA = 1,7

F.A. IS $0,1 < T_0 < 0,5 = 1,5$

F.A. IS $0,5 < T_0 < 1 = 1,4$

Fattori di Amplificazione Topografici

Considerato che la zona in studio è caratterizzata da morfologia relativamente omogenea con inclinazione media secondo la direttrice sud - nord $< 15^\circ$, si possono escludere eventuali effetti di amplificazione topografica ($T = 1$).