



**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL RECUPERO ED ADEGUAMENTO
FUNZIONALE DELL'IMPIANTO SPORTIVO DI PIEVE SAN PAOLO**

ALLEGATO 4 – INDAGINI SISMICHE

**SISMICA ONDE SH
MASW
HVSr**

Ottobre 2023

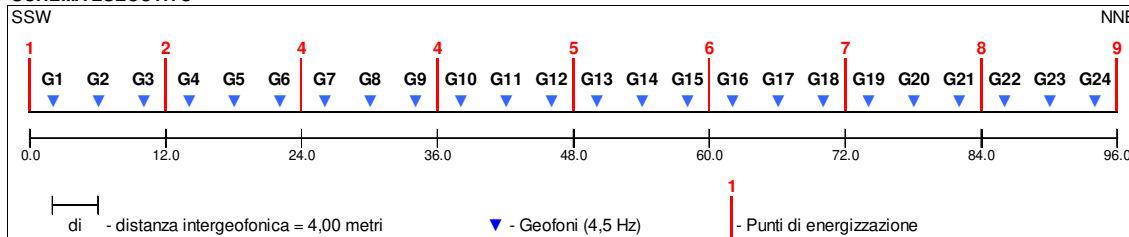
COMMITTENTE	CANTIERE	ID STESA
Comune di Capannori	Loc. Pieve San Paolo – Capannori (LU)	STSH100823A

ONDE	CANALI	D.I.	L	SPARI	ELABORAZIONE
SH	24	4,00 metri	96 metri	9	TOMOGRAFICA

D.I. - Passo intergeofonico; L - Lunghezza complessiva della stesa

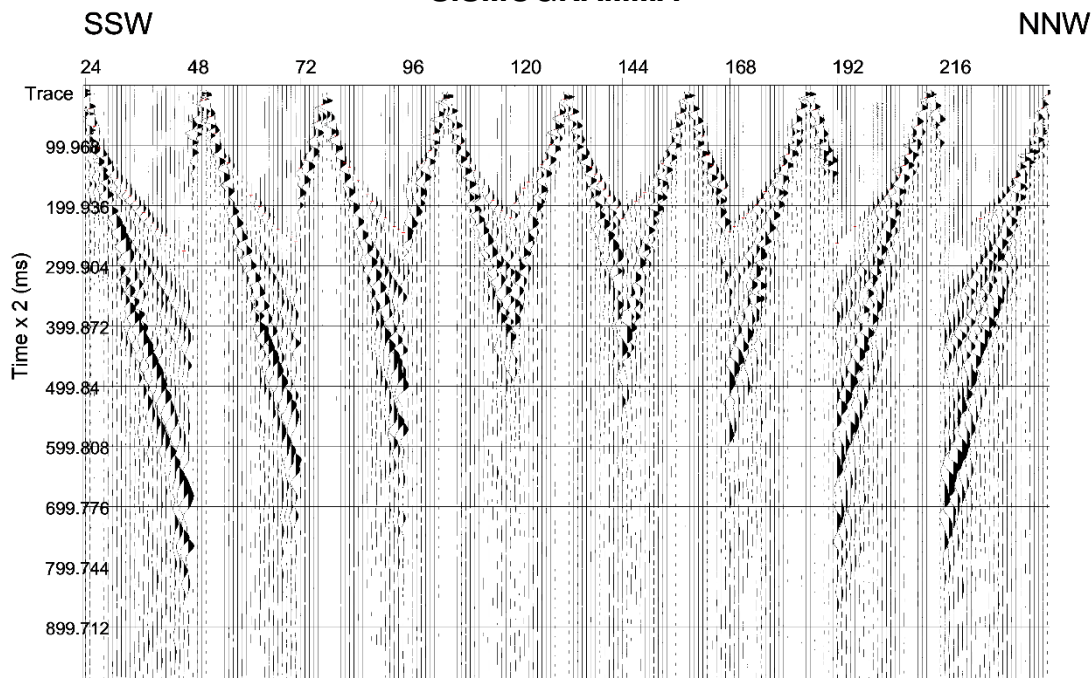
AZIMUT	COORDINATE GAUSS-BOAGA			
N 184° (Ssw - Nne) riferito al G1 in senso orario	X _{G1}	Y _{G1}	X _{G24}	Y _{G24}
	1624646.9882	4854633.8584	1624654.1182	4854729.5933

SCHEMA ESECUTIVO



Sono state eseguite 9 registrazioni; sono stati utilizzati 24 geofoni verticali interspaziati di 4,00 metri (lunghezza stesa 96 metri). L'azimuth della stesa (riferito al G1 in senso orario) è N 184° (SSW-NNE). Le registrazioni, per ciascun punto di sparo, sono state campionate con un intervallo di 0,128 millisecondi per un tempo totale di acquisizione pari a 1 s (per un totale di 7800 campioni).

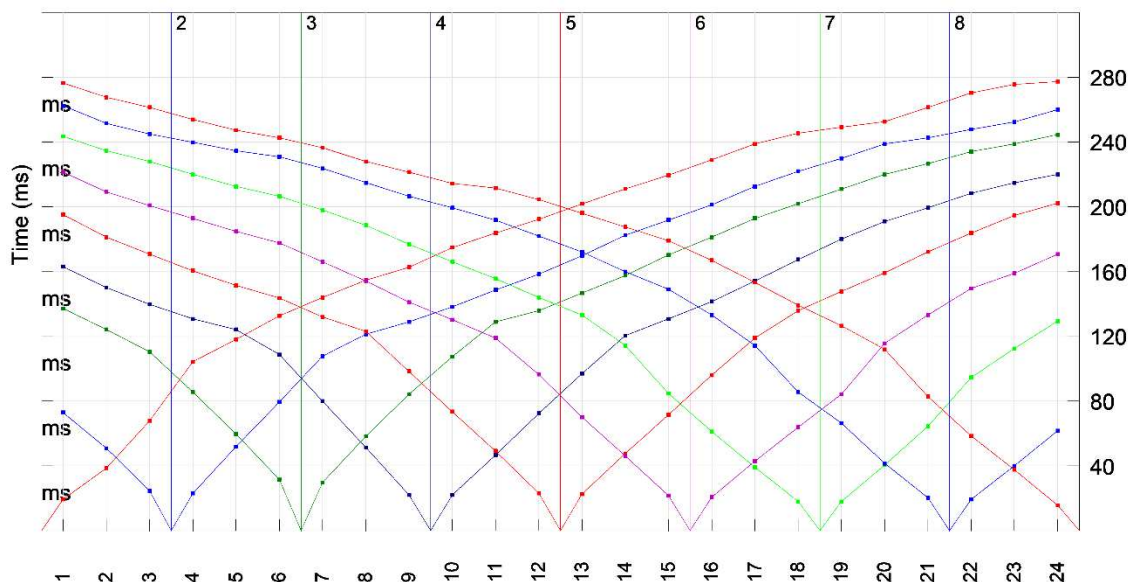
SISMOGRAMMA



DROMOCRONE (Travel Time)

SSW

NNE



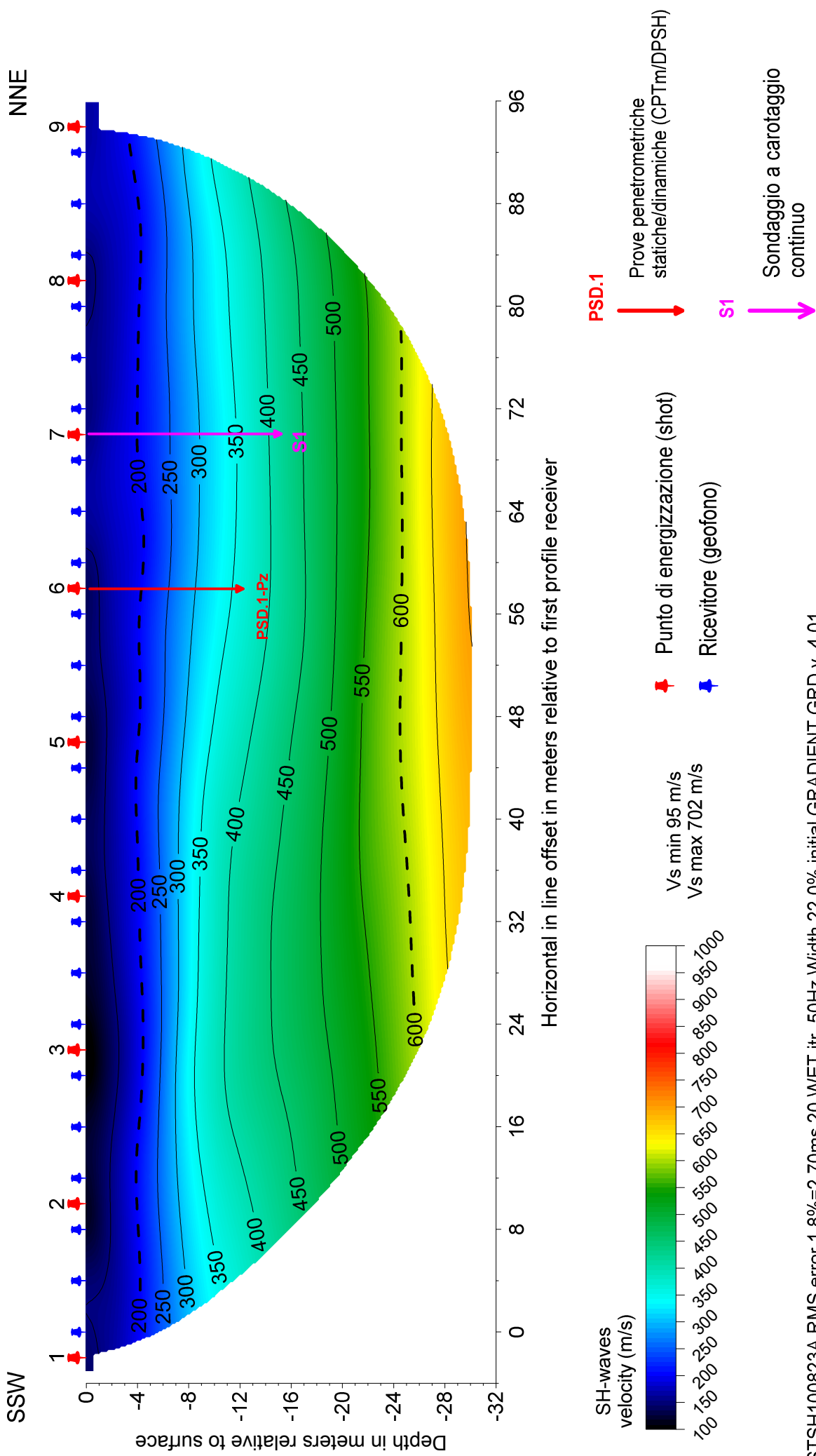
Loc. Pieve San Paolo - CAPANNORI (LU) - ONDE SH - SPREAD ARRAY/FIRST BREAK POINT VALUES

STSH100823A Spread Array (m)			First Break Point Values (ms)								
Receiver Number	Receiver distance (m)	Receiver elevation (m)	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Shot 8	Shot 9
1	2.00	0.00	5.30	55.73	120.39	143.66	174.70	203.14	225.13	245.82	265.21
2	6.00	0.00	27.28	37.63	104.87	133.32	163.06	191.51	217.37	236.77	253.58
3	10.00	0.00	50.56	9.18	90.64	124.27	152.71	183.75	208.32	231.59	247.11
4	14.00	0.00	68.66	10.47	64.78	113.92	144.96	177.28	201.85	222.54	240.64
5	18.00	0.00	93.23	37.63	45.39	106.16	135.90	169.52	192.80	214.78	232.89
6	22.00	0.00	111.33	60.90	20.82	93.23	126.85	161.77	188.92	210.90	226.42
7	26.00	0.00	125.56	90.64	19.52	64.78	119.09	151.42	182.45	204.44	221.25
8	30.00	0.00	135.90	107.46	45.39	40.21	108.75	141.08	172.11	197.97	214.78
9	34.00	0.00	144.96	115.21	67.37	14.35	82.89	125.56	161.77	187.63	205.73
10	38.00	0.00	152.71	125.56	90.64	14.35	59.61	115.21	151.42	183.75	199.27
11	42.00	0.00	160.47	134.61	107.46	36.33	37.63	100.99	139.78	175.99	192.80
12	46.00	0.00	172.11	142.37	119.09	59.61	13.06	79.01	126.85	169.52	188.92
13	50.00	0.00	181.16	151.42	128.14	81.59	13.06	57.02	111.33	156.59	181.16
14	54.00	0.00	190.21	165.64	141.08	103.58	36.33	35.04	91.94	146.25	175.99
15	58.00	0.00	199.27	174.70	148.83	115.21	58.32	13.06	66.08	130.73	164.35
16	62.00	0.00	210.90	183.75	160.47	126.85	80.30	11.77	47.97	112.63	151.42
17	66.00	0.00	217.37	192.80	173.40	137.20	98.40	31.16	27.28	98.40	139.78
18	70.00	0.00	223.83	201.85	182.45	151.42	115.21	53.15	9.18	69.96	125.56
19	74.00	0.00	232.89	207.02	191.51	163.06	130.73	68.66	10.47	50.56	113.92
20	78.00	0.00	241.94	214.78	199.27	174.70	142.37	91.94	28.58	31.16	89.35
21	82.00	0.00	249.70	222.54	207.02	183.75	157.89	113.92	49.27	11.77	66.08
22	86.00	0.00	253.58	227.71	213.49	192.80	169.52	129.44	69.96	7.89	46.68
23	90.00	0.00	258.75	235.47	219.95	197.97	177.28	142.37	97.11	24.70	22.11
24	94.00	0.00	267.80	243.23	227.71	205.73	183.75	152.71	115.21	46.68	4.01

Shot Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Shot Distance (m)	0.00	12.00	24.00	36.00	48.00	60.00	72.00	84.00	96.00
Shot Elevation (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SEZIONE TOMOGRAFICA - ONDE SH

"COMUNE DI CAPANNORI: "Recupero e adeguamento funzionale dell'impianto sportivo di Pieve San Paolo"



MASW – STL100823A (Onde di Love) Comune di Capannori - Ufficio Investimenti Strategici ed Edilizia Scolastica Impianto sportivo di Pieve San Paolo – Capannori (LU)

Numero di canali 24
Distanza intergeofonica 4,0 metri
Lunghezza 92,0 metri
Azimuth N184° (SSW-NNE)

Coordinate Gauss-Boaga Geofono G1:
X = 1624646.9882 Y = 4854633.8584
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G24:
X = 1624654.1182 Y = 4854729.5933

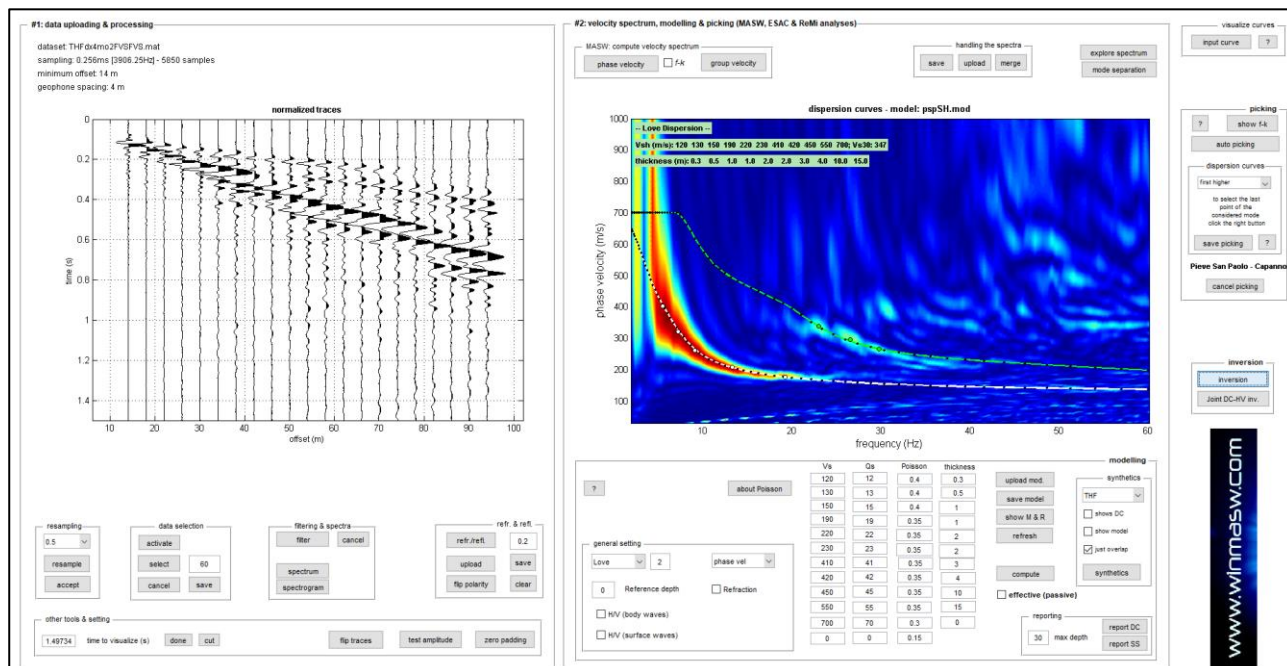


Fig.1: Sismogramma (Shot2 – THFdx4mo2) e spettro delle velocità con “picking”

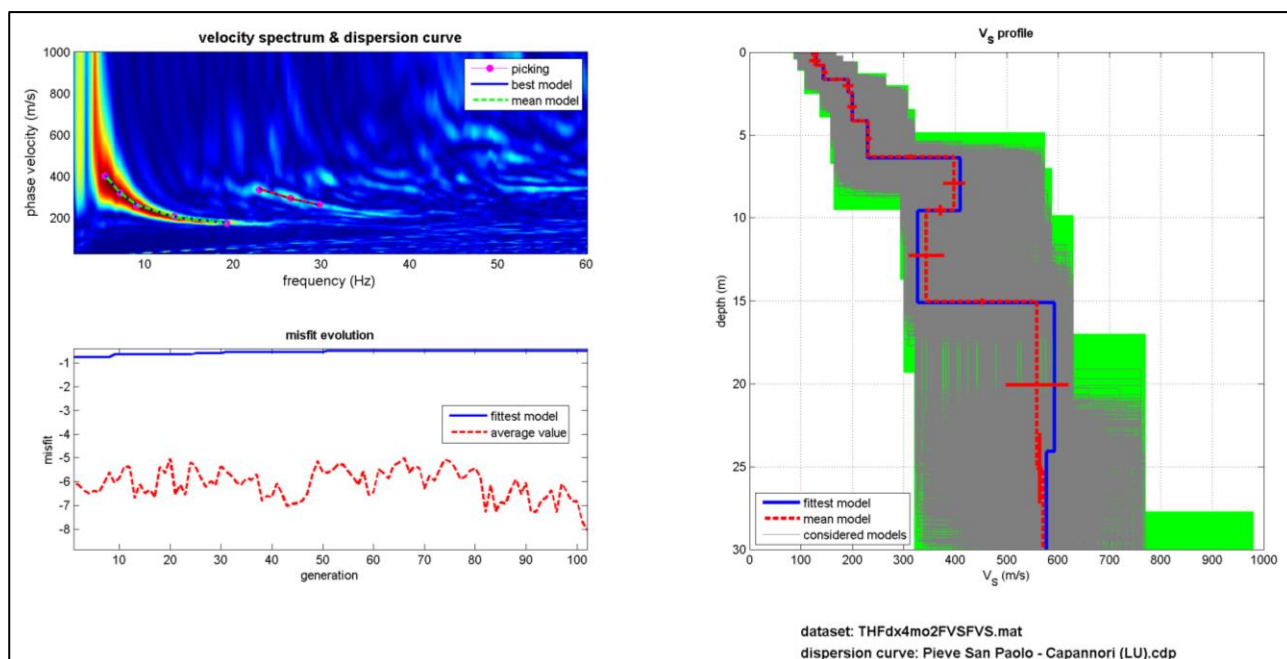


Fig.2: Grafico Misfit - Profilo verticale delle Onde S

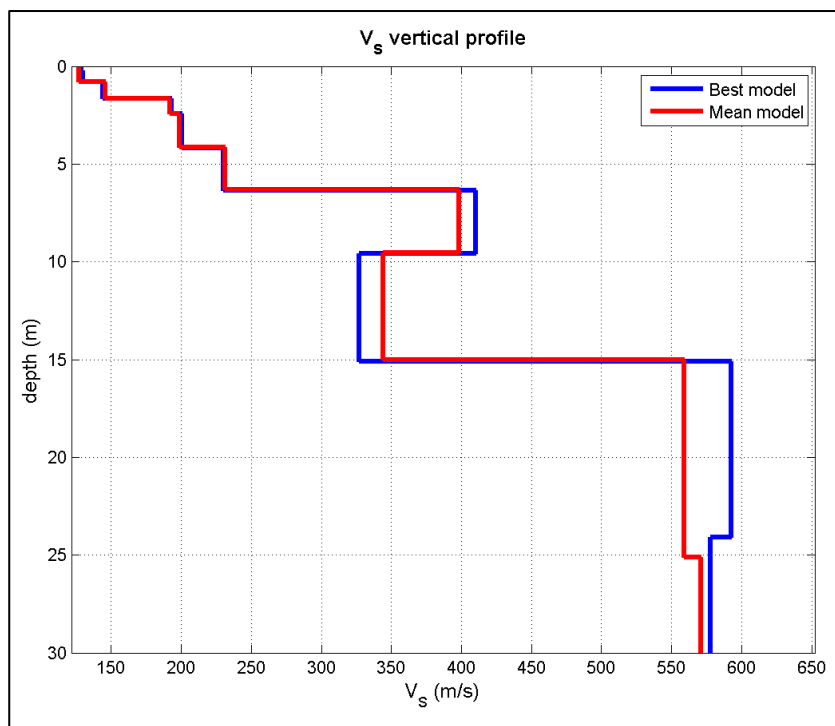


Fig.3: Profilo verticale Vs (Modello medio/Modello migliore)

MASW - STL080523A Pieve S. Paolo (modello medio)	Profondità		Spessore (h_i)	Velocità ($V_{s,i}$)	$h_i/V_{s,i}$
	da (m)	a (m)	(metri)	(m/s)	(-)
Sismostrato 1	0.00	0.30	0.30	127	0.0024
Sismostrato 2	0.30	0.80	0.50	127	0.0039
Sismostrato 3	0.80	1.70	0.90	146	0.0062
Sismostrato 4	1.70	2.50	0.80	192	0.0042
Sismostrato 5	2.50	4.20	1.70	199	0.0085
Sismostrato 6	4.20	6.40	2.20	231	0.0095
Sismostrato 7	6.40	9.60	3.20	398	0.0080
Sismostrato 8	9.60	15.10	5.50	344	0.0160
Sismostrato 9	15.10	25.20	10.10	559	0.0181
Sismostrato 10	25.20	30.00	4.80	571	0.0084

H = 30 metri

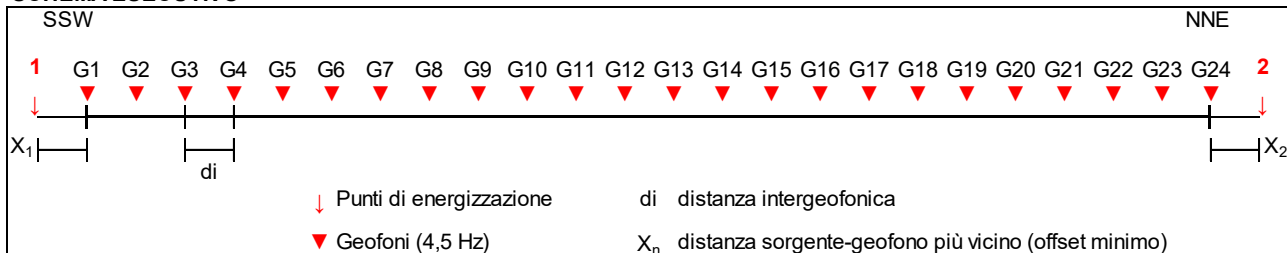
$\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.0852$

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 30.0/0.0852 = 352 \text{ m/s}$$

Categoria di Sottosuolo C
(a partire dal piano campagna)

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

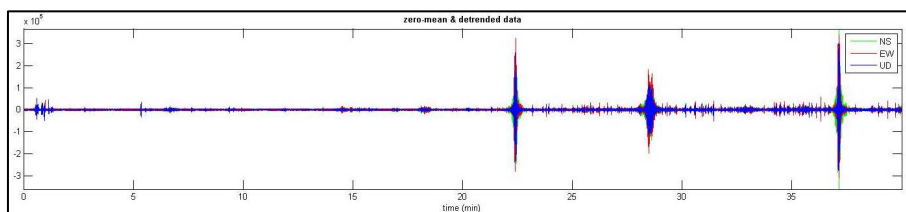
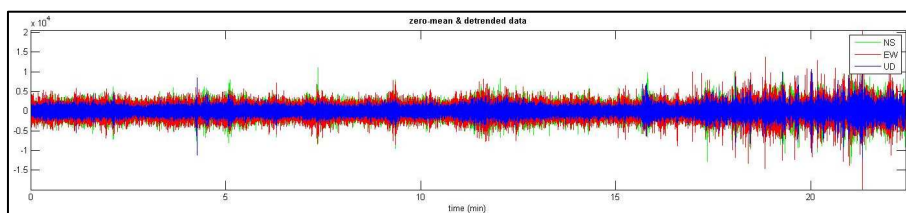
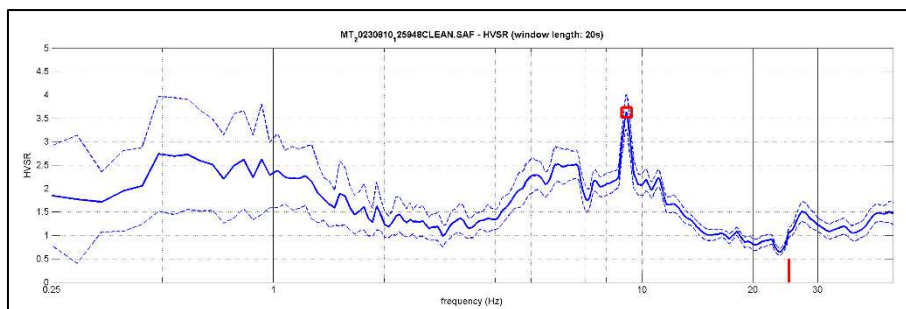
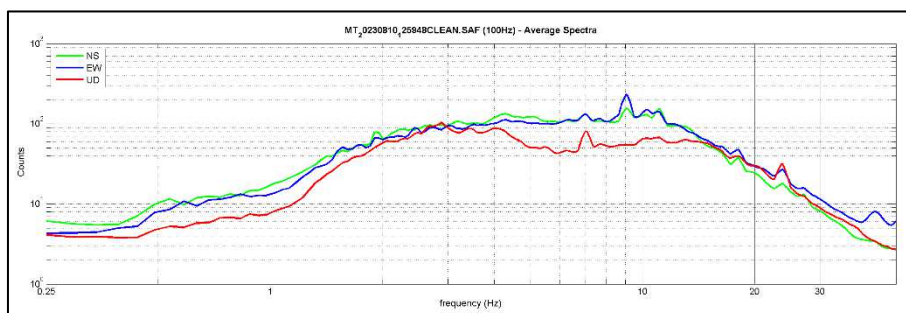
SCHEMA ESECUTIVO

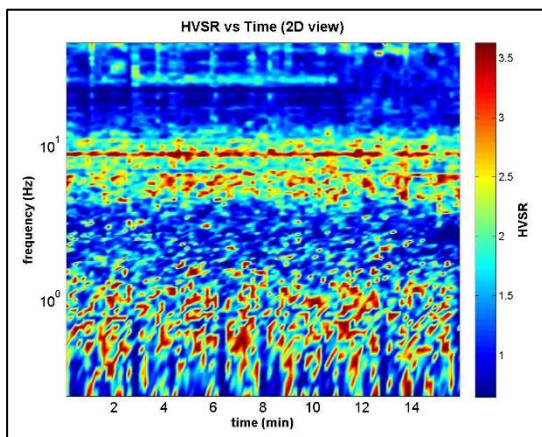
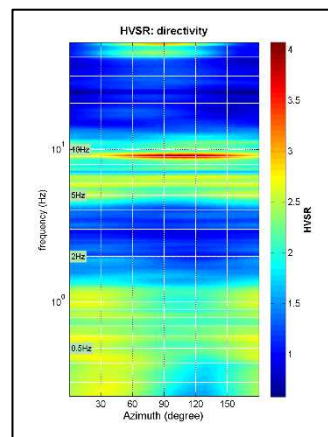


Sono state eseguite due registrazioni, effettuate con mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio. I due punti sorgente (shot) sono stati effettuati esternamente alla stesa ad una distanza di 2,0 metri (X_1 - shot 1) dal primo geofono (G1) e 2,0 metri (X_2 - shot 2) dall'ultimo geofono (G.24). Azimut N184° (SSW-NNE) riferito al G1. Tempo di acquisizione 1,5 s - Intervallo di campionamento 0,256 ms (N. campioni 5860).

POSTAZIONE HVSR (Nk-041/23)**Comune di Capannori - Ufficio Investimenti Strategici ed Edilizia Scolastica
Loc. Pieve San Paolo - Capannori (LU)**

Dataset:	MT_20230810_125948CLEAN.SAF
Durata Totale della Registrazione:	0h 40' 00"
Lunghezza di analisi della sequenza temporale:	0h 15' 13" (dopo rimozione transienti)
Freq. Campionamento:	100 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Tipo di lisciamento:	triangolare
Lisciamento:	5%
Tapering:	8%
Coordinate Gauss-Boaga	X= 1638035.2524 Y= 4877143.6769

**Figura 1: Dataset registrazione completa****Figura 2: Dataset registrazione dopo rimozione transienti****Figura 3: Rapporto spettrale orizzontale su verticale (Curva H/V)****Figura 4: Spettri delle singole componenti (N-S verde, E-W blu e Z rosso)**

**Figura 5:** Serie temporale H/V (stazionarietà)**Figura 6:** Direzionalità H/V**CRITERI SESAME - POSTAZIONE HVSR (Nk-041/23)**

Risultati ottenuti considerando l'intervallo 0.1-25.0Hz

Peak frequency (Hz): 9.1 (± 2.3)Peak HVSR value: 3.6 (± 0.4)**=== Criteria for a reliable H/V curve ===**

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $9.091 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $17455 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

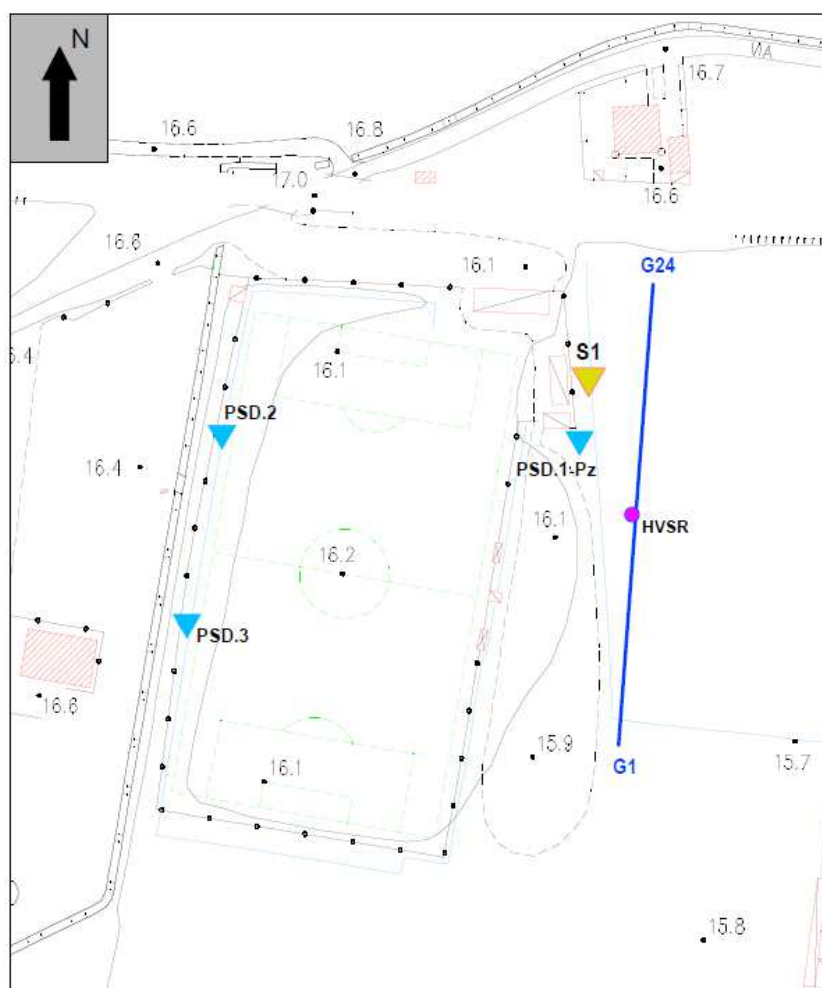
=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.3Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 11.6Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $3.6 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[AH/V(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: $2.308 > 0.455$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.379 < 1.58$ (OK)

**Figura 7:** Postazione HVSR



Stesa Sismica a rifrazione di onde SH



- S1**
 - Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- PSD.1(-Pz)**
 - Prova penetrometrica statica/dinamica CPTm/DPSH (-Pz foro attrezzato a piezometro)

- G1**
 - Stesa sismica a rifrazione di onde SH/indagine sismica di tipo MASW (onde di Love)
- HVSr**
 - Misura di rumore ambientale a stazione singola