

COMUNE DI
SANTERAMO IN COLLE

PROGETTO DI:

**CO22 - PROGETTO DI MANDORLETO SPERIMENTALE A
MECCANIZZAZIONE INTEGRALE E A GESTIONE DI
PRECISIONE, CONSOCIATO CON IMPIANTO FOTOVOLTAICO
STRADA PROVINCIALE N. 176, c.da BOVE snc
SANTERAMO IN COLLE (BA)**

COMMITTENTE:

**ASP BOVE S.r.l.
Via Padre Pio n°8, 70020 Cassano delle Murge (BA)**

DATI CATASTALI

Foglio 107, P.lle 11, 83, 50, 51, 52, 101, 102, 103, 241, 242, 84, 118, 1, 245,
284, 60, 45, 61, 62, 63, 30, 6, 7, 360

Opere di connessione Fg.103 p.lle 544,545,546,547 (ex p.lle 308 e 310), 328, 473,
474, 80

Comune di Matera foglio 19 p.la 13

ELABORATO:

RELAZIONE SISMICA

CON MODELLAZIONE SISMICA CIRCA LA "PERICOLOSITÀ SISMICA DI
BASE"

DATA:

AGOSTO 2019

IL TECNICO:



INDICE

1. PREMESSA	2
2. CENNI SUL METODO	3
3. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	5
3.1 Base sismica SS01	6
3.2 Base sismica SS02	7
3.3 Indagine Sismica MASW	8
4. PERICOLOSITA' SISMICA	9
4.1 Pericolosità Sismica dell'area Metodo HAZARD1	10
5. CALCOLO DEL VS,eq	11
6. ALLEGATI	12
<ul style="list-style-type: none">- sezioni sismostratigrafiche figg. 3.1 - 3.2;- calcolo spessori e parametri sismici e meccanici tabb. P1 – P2;- dromocrone tabb. D1 – D2;- indagine MASW figg. M.1 e M2;- foto;- planimetrie figg. 1.1 e 1.2;- Sismogrammi.	

1. PREMESSA

Sono state eseguite due basi sismiche, con il metodo a rifrazione, per l'acquisizione di onde P e onde superficiali o di Rayleigh relative ad un terreno di sedime interessato dal "Progetto di frutticoltura di precisione e a meccanizzazione integrale consociata con impianti fotovoltaici, Strada Provinciale n. 176, Santeramo in Colle (BA)", allocato come da cartografia allegata fig. 1.1 e 1.2.

La presente relazione effettuata in ottemperanza dell'O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 e "Norme Tecniche per le costruzioni" Decreto 14 gennaio 2008 e Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

L'indagine è stata commissionata allo scopo di acquisire le seguenti informazioni:

- la velocità di propagazione delle onde P ed onde S nel sottosuolo;
- lo spessore del terreno agrario o di riporto e dei materiali sciolti di copertura;
- la profondità del bedrock;
- la determinazione qualitativa e semiquantitativa di alcuni parametri elastici relativi sismostrati, utili anche ai fini del calcolo del coefficiente di sottofondo;
- il presumibile valore del $V_{s,eq}$;

Le indagini sismiche coniugate a rifrazione (SS01 – SS02), sono state eseguite a quota del piano campagna, di lunghezza pari a 55m.

2. CENNI SUL METODO

L'indagine geognostica, eseguita con il metodo della sismica a rifrazione, ha avuto lo scopo di:

- a) ricostruire la successione litostratigrafica del sottosuolo individuando superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali;
- b) fornire indicazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in oggetto;
- c) evidenziare la presenza di eventuali anomalie geofisiche;
- d) definire la "Categoria di suolo di fondazione" attraverso il calcolo del valore del $V_{s,eq}$;

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente ad impatto o esplosiva, e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito o da un'onda elastica diretta o da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, viene generata da interfacce rifrangenti, che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità.

I primi arrivi, individuati su sismogrammi e rilevati da geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismostratigrafiche.

La strumentazione utilizzata è composta da un sismografo a 12 canali, della "Pasi" modello 16S12, con acquisizione computerizzata dei dati. È stata utilizzata una sorgente del tipo ad impatto verticale ed orizzontale (massa battente) per la generazione di onde, rilevate da 12 geofoni verticali a 14 Hz per le onde P e da 12 geofoni orizzontali a 10 Hz per le onde S.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$;

c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P; quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;

d) le velocità delle onde P misurate in terreni saturi o molto umidi dipende, talora in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dall'acqua interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale; perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Ne consegue che per alcuni terreni al disotto della falda le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio.

e) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di addensamento, consistenza e stratificazione delle formazioni presenti.

Tabella 1.1 – Valori di velocità per le onde di compressione (da *"Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo"* di Carrara – Rapolla – Roberti, *"Il manuale del geologo"* di Cassadio – Elmi)

LITOTIPO	Vp (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000
Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidrite	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

3. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Sono stati eseguiti n. 2 profili sismici coniugati, SS01 e SS02 entrambi di lunghezza pari a 55,0m, offset di 2,5m e distanza intergeofonica di 5,0m, per tutti gli stendimenti sono state previste battute centrali, oltre a quelle classiche alle estremità.

Nel sondaggio SS01 e SS02 sono state rilevate anche le onde superficiali o di Rayleigh da utilizzare nella metodologia MASW.

La profondità di investigazione ottenuta è stata di circa 18m, con l'utilizzo della metodologia a rifrazione, mentre l'utilizzo della metodologia MASW ha consentito di investigare oltre i 30m di profondità.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dei sondaggi è importante sottolineare che l'indagine sismica è stata eseguita a quota dell'attuale piano campagna con gli stendimenti orientati così come riportato nella planimetrie allegate figg. 1.1 e 1.2. L'indagine è stata eseguita in data 29/07/2018, investigando in totale 110m.

Adoperando opportune relazioni analitiche desunte da correlazioni empiriche è possibile associare alle caratteristiche elastiche alcuni parametri fisico-meccanici (vedi tabelle allegate).

Sono stati calcolati, oltre alle velocità di propagazione delle onde P e onde S ed allo spessore dei mezzi sismici individuati, alcuni parametri geotecnici. In termini congrui, dalle velocità sismiche, assegnando la densità in sito, è stato calcolato il coefficiente di Poisson ed il modulo elastico dinamico, per il sondaggio SS02 dalle velocità sismiche, assegnato il coefficiente di Poisson e la densità del materiale, è stato elaborato il modulo elastico dinamico e la velocità delle onde S.

Le determinazioni dei moduli elastici effettuate mediante metodologie sismiche sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate, a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di precisione ed affidabilità soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia. I moduli elastici sismici possono essere messi in relazione ai normali moduli statici, attraverso un fattore di riduzione, (Rzhevsky et alii, 1971) evidenziando semplicemente che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

Infine, con i dati ottenuti dall'indagine eseguita è possibile calcolare il coefficiente di reazione del terreno K_s (Kg/cm²) attraverso la relazione semplificata di Vesic (1961):

$$K_s = E/B(1 - \nu^2)$$

con B = larghezza della fondazione; E = modulo di elasticità del terreno;
 ν = coefficiente di Poisson.

3.1 Base sismica SS01

La base sismica SS01 è stata eseguita in direzione Nord-Sud a quota dell'attuale piano campagna, all'interno della p.lla 1 del foglio 107.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito è stato possibile rilevare che il sottosuolo indagato risulta costituito da tre sismostrati, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi sezione sismostratigrafica allegata fig. 3.1).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 357 m/s a 641 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 704 m/s a 1222 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1389 m/s a 1527 m/s.

Il primo sismostrato comprende terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata, la profondità è compresa tra 0,2m e 1,0m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 203 m/s.

Il secondo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 961 m/s, ed è associabile a calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo; esso si rinviene fino ad una profondità media da circa 3,4m a 5,0m dal piano campagna, risultando più potente in prossimità della battuta di andata. La velocità media delle onde S è di 298m/s.

Il terzo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1473 m/s, ed è associabile a limo argilloso - sabbioso mediamente consistente, saturo, di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro. La velocità media delle onde S è di 349 m/s.

3.2 Base sismica SS02

La base sismica SS02 è stata eseguita in direzione Est-Ovest a quota dell'attuale piano campagna, all'interno della p.lla 62 del foglio 107.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito è stato possibile rilevare che il sottosuolo indagato risulta costituito da tre sismostrati, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi sezione sismostratigrafica allegata fig. 3.2).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 385 m/s a 510 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 813 m/s a 917 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1214 m/s a 1553 m/s.

Il primo sismostrato comprende terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata, la profondità è compresa tra 0,6m e 0,7m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 176 m/s.

Il secondo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 851 m/s, ed è associabile a calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo; esso si rinviene fino ad una profondità media da circa 2,7m a 4,1m dal piano campagna, risultando più potente in prossimità della battuta di andata. La velocità media delle onde S è di 257m/s.

Il terzo sismostrato, ha un velocità media delle onde P di 1378 m/s, ed è associabile a limo argilloso - sabbioso mediamente consistente, di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro. La velocità media delle onde S è di 328 m/s.

3.3 Indagine Sismica MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde S in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo" (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006).

Nel nostro caso abbiamo utilizzato il "metodo attivo", le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono rilevate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

Le bande spettrali indagate ci consentono di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 5 Hz e 65 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo).

Nell'esecuzione della prova MASW è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di circa 10m dal primo geofono.

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Geopsy) vedi figg. M.1 e M2.

Modalità esecutive:

Spaziatura geofoni:	5m
Distanza sorgente 1° geofono:	10m
Tempo di campionamento:	1,0 ms
Tempo di registrazione:	2,048 s

4. PERICOLOSITA' SISMICA

L'azione sismica ai sensi Decreto 14 gennaio 2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" e del Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito.

La "*pericolosità sismica di base*" del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A**), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Nell'Allegato A e B delle norme, su un reticolo di riferimento sono stati calcolati i valori dei parametri p (a_g, F_0, T_c^*) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Sulla base delle indicazioni del rilievo geologico e dalle indagini sismiche eseguite in sito, considerando il profilo stratigrafico dell'attuale piano di fondazione, esso appartiene alla **categoria C**, di suolo di fondazione, avendo valori di velocità equivalente compresa tra 180 m/s e 360 m/s.

Per quanto riguarda l'*Amplificazione topografica* in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizza il valore del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI (*Norme Tecniche per le Costruzioni*), in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera con T_1 pari a $S_T = 1,0$.

Categoria di suolo di fondazione	Caratteristiche della superficie topografica	Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T
<p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: center;">180m/s < V_s < 360 m/s</p> <p>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.</p>	<p style="text-align: center;">T1</p> <p style="text-align: center;">Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</p>	<p style="text-align: center;">T1</p> <p style="text-align: center;">1,0</p>
<p>COORDINATE GEOGRAFICHE MEDIE DELL'AREA (GPS - WGS84)</p> <p>SS01 - LATITUDINE = 40°,72689 LONGITUDINE = 16°,72962</p> <p>SS02 - LATITUDINE = 40°,73032 LONGITUDINE = 16°,72691</p>		

4.1 Pericolosità Sismica dell'area Metodo HAZARD1

FASE I (PT1)

1) Inclinazione dell'area <10% (Peso +2); 2) Litologia - Roccia semicoerente (calcareniti),(Peso +6); 3) Giacitura degli strati – Strati orizzontali (Peso +10); 4) Uso del suolo – Area agricola (Peso -2)

Somma dei pesi parziali: 16 (Situazione Limitata) PESO PT1 = + 1,0

FASE II (PT2)

1) Processi gravitativi – Nessun fenomeno franoso (Peso 0); 2) Acque superficiali – Area interessata da possibili fenomeni di allagamento (Peso +2); 3) Acque profonde – Falda freatica tra 0 e 3 metri dal p.c. (Peso +3); 4) Morfotettonica – Area con pendenze nulle (Peso 0); 5) Caratteristica tecnica dei terreni – Roccia tenera (Peso +3)

Somma dei pesi parziali: 8 (Classe di instabilità Media) PESO PT2 = +2,0

FASE III (PT3)

Fattore di amplificazione – Fattore di amplificazione $\geq 1,2$ (Instabilità media) PESO PT3 +2,0

La pericolosità sismica globale è data, dalla somma algebrica dei 3 pesi parziali. In questo caso:

$P_{tot} = PT1 + PT2 + PT3 = 1,0 + 2,0 + 2,0 = 5,0$ (**Rischio sismico Media**)

Questo valore appare adeguato rispetto alle condizioni geologiche del sito.

5. CALCOLO DEL $V_{s,eq}$

L'indagine ha inoltre evidenziato la presenza di aree eterogenee e di litotipi incoerenti nella parte più superficiale dell'area degli stendimenti, dovuti alla presenza di terreno agrario e coltre superficiale costituita da calcarenite, arenaria con lenti di limo e sabbie, successivamente troviamo limo argilloso-sabbioso.

Dai risultati dell'indagine sismica è possibile determinare il valore delle $V_{s,eq}$ ovvero V_{s30} attraverso la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
N numero di strati;
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

La norma prevede che "per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30m$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità".

$V_{s,eq} = 323m/s$ per **SS01** **metodo MASW**
 $V_{s,eq} = 313m/s$ per **SS02** **metodo MASW**

Pertanto, ai fini dell'azione sismica di progetto, in tutta l'area di indagine, il suolo di fondazione rientra nella **Categoria C** (Decreto del 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni").

Tutte le ulteriori informazioni sugli spessori dei sismostrati, sui valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio e sulle caratteristiche elastiche del mezzo sono riportate nelle tabelle dei parametri sismici e meccanici (tabb. P1 e P2) e nelle sezioni sismostratigrafiche (figg. 3.1, 3.2, M.1 e M2).

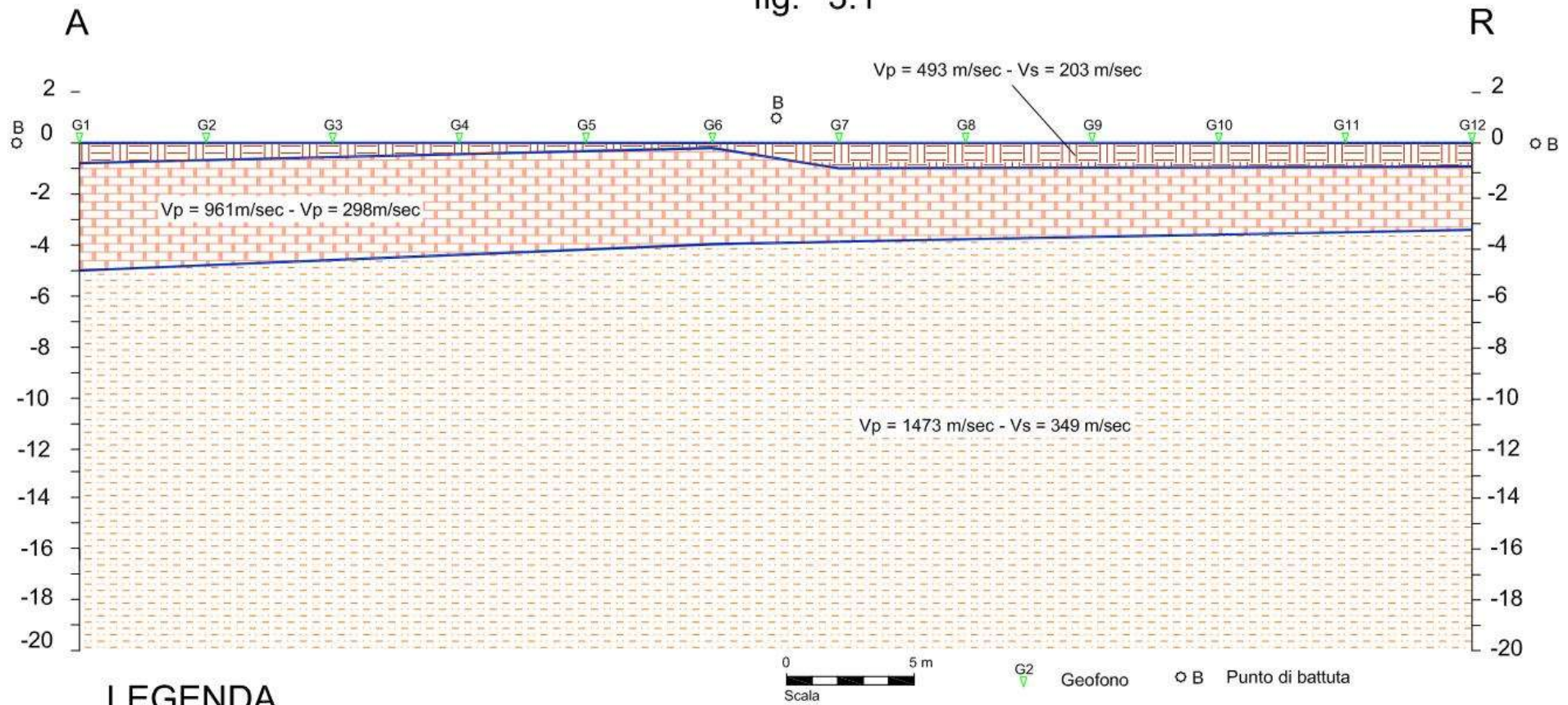
il tecnico

The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular official stamp. The stamp is purple and contains the text: "ORDINE DEL GEOLOGI", "Dott. Geol. CARDINALE FRANCO", "N. 474", and "PUGLIA".

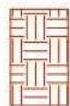
6. ALLEGATI

BASE SISMICA SS01 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

fig. 3.1



LEGENDA



SISMOSTRATO 1:
Terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata



SISMOSTRATO 2:
Calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo



SISMOSTRATO 3:
Limo argilloso - sabbioso mediamente consistente di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro

Velocità

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
v1:	391 m/s	v1:	641 m/s	v1:	581 m/s	v1:	357 m/s
v2:	885 m/s	v2:	704 m/s	v2:	1031 m/s	v2:	1222 m/s
v3:	1527 m/s	v3:	1506 m/s	v3:	1389 m/s	v3:	1471 m/s

Velocità media
493 m/s
961 m/s
1473 m/s

Tempi di intercetta

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
ti2:	3,72	ti2:	0,28	ti2:	2,97	ti2:	4,89
ti3:	11,68	ti3:	10,02	ti3:	6,97	ti3:	7,26
ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-	ti4:	-

RISULTATI

Spessore orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 27,5		Centrale Ritorno a m 32,5		Ritorno	
Z1	0,8 m	Z1	0,2 m	Z1	1,0 m	Z1	0,9 m
Z2	4,2 m	Z2	3,8 m	Z2	2,9 m	Z2	2,5 m
Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m

Z medio
0,7 m
3,4 m
-

Profondità orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 27,5		Centrale Ritorno a m 32,5		Ritorno	
H1	0,8 m	H1	0,2 m	H1	1,0 m	H1	0,9 m
H2	5,0 m	H2	4,0 m	H2	3,9 m	H2	3,4 m
H3	- m	H3	- m	H3	- m	H3	- m

H media
0,7 m
4,1 m

Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cmc	%	MPa	MPa	MPa	m/s*kN/m3	sec.	hz
1	Terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata	493	203	0,40	1,5	2,43	162	58	5	2964	0,01	73
2	Calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo	961	298	0,45	1,7	3,22	419	144	14	5126	0,05	22
3	Limo argilloso - sabbioso mediamente consistente di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro	1473	349	0,47	1,9	4,22	693	236	28	6701	-	-

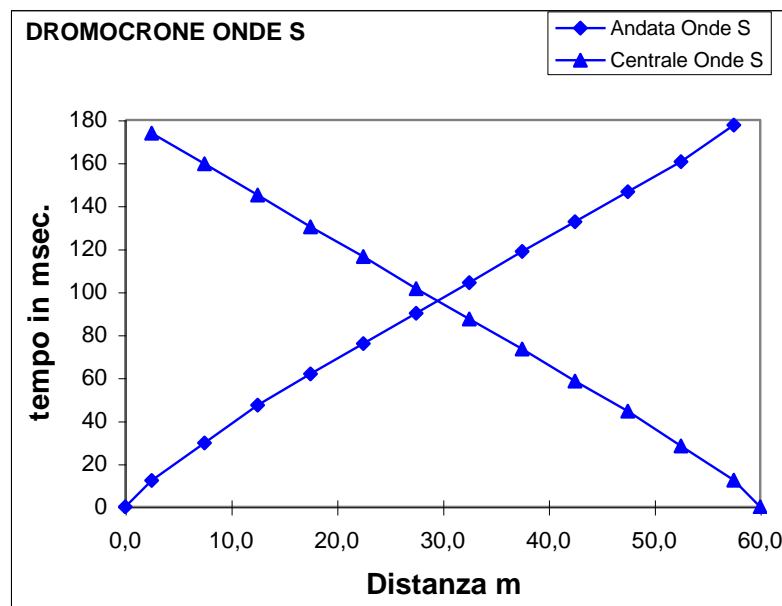
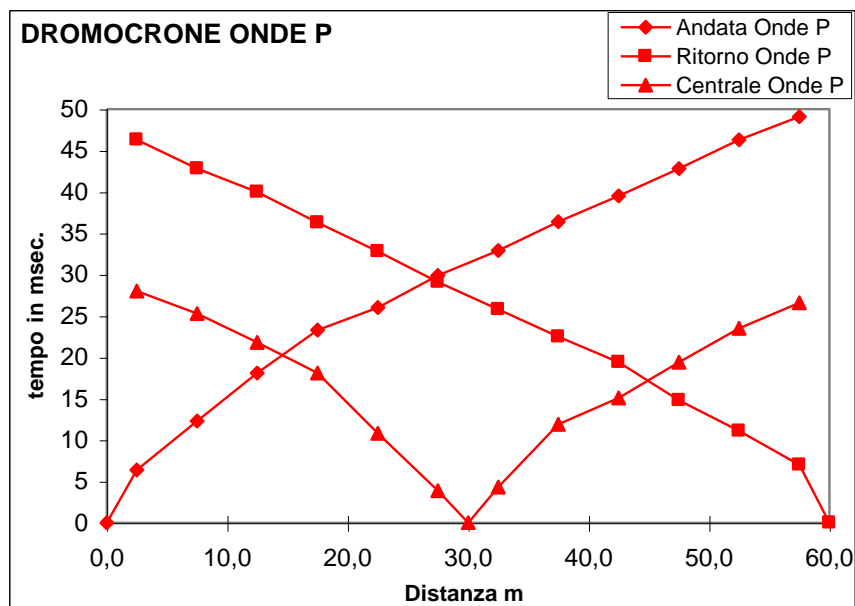
Sondaggio Sismico a rifrazione SS01

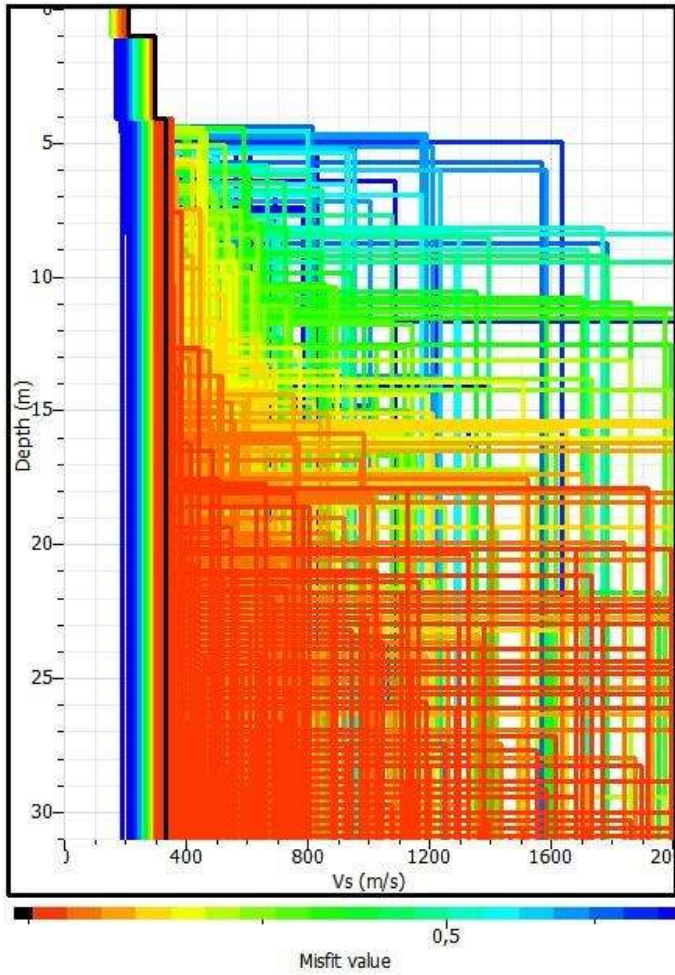
Distanza intergeofonica: m. 5,0

Lunghezza stendimento: m. 55,0

Offset m. 2,5

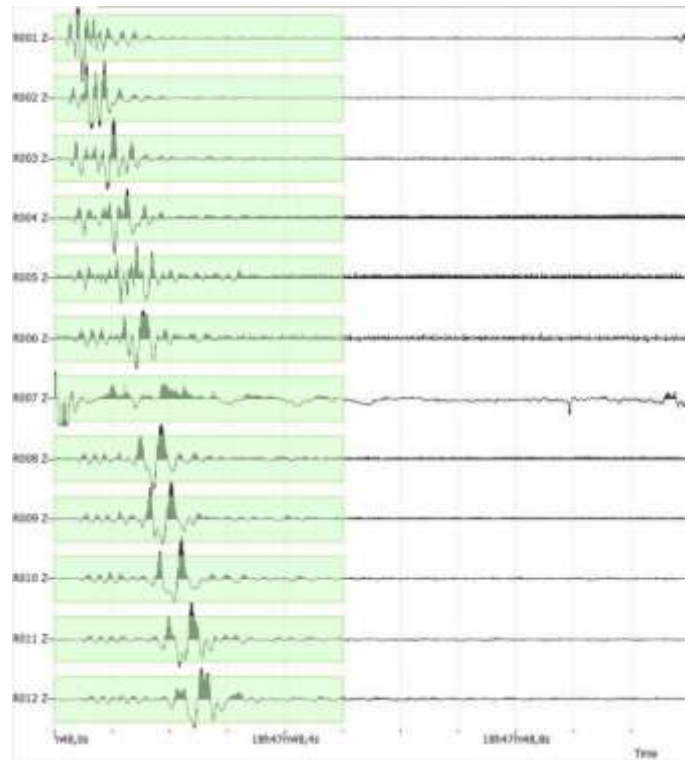
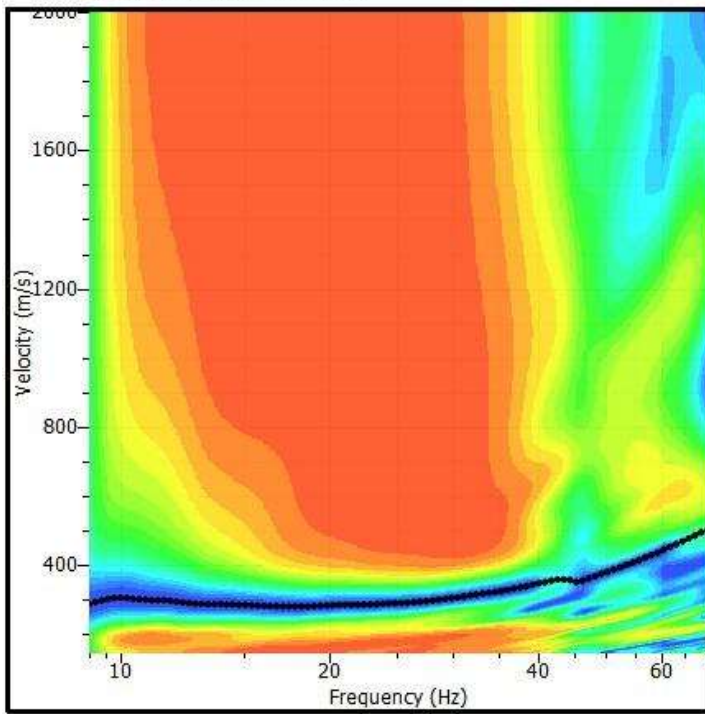
	ONDE P				ONDE S				
	Geofono	Distanza A/R	Time A	Time R	Geofono	Distanza C	Time C	Time A	Time R
	N°	m	ms	ms	N°		ms	ms	ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-		0,00	-	0	-
	1	2,5	6,4	46,3	1	2,50	28,0	12,3	173,9
	2	7,5	12,3	42,8	2	7,50	25,3	29,8	159,6
	3	12,5	18,1	40,0	3	12,50	21,8	47,4	145,1
	4	17,5	23,3	36,3	4	17,50	18,1	61,8	130,3
	5	22,5	26,0	32,8	5	22,50	10,8	75,9	116,4
	6	27,5	29,9	29,1	6	27,50	3,9	90,1	101,5
	7	32,5	32,9	25,8	Battuta (C)	30,00	0,0	104,3	87,4
	8	37,5	36,4	22,5	7	32,50	4,3	118,9	73,4
	9	42,5	39,5	19,4	8	37,50	11,9	132,6	58,5
	10	47,5	42,8	14,8	9	42,50	15,1	146,6	44,6
	11	52,5	46,3	11,1	10	47,50	19,4	160,6	28,3
	12	57,5	49,1	7,0	11	52,50	23,5	177,6	12,4
Punto di battuta (R)		60,0	-	0,0	12	57,50	26,6	-	0,0





Vs,eq= 323 m/sec

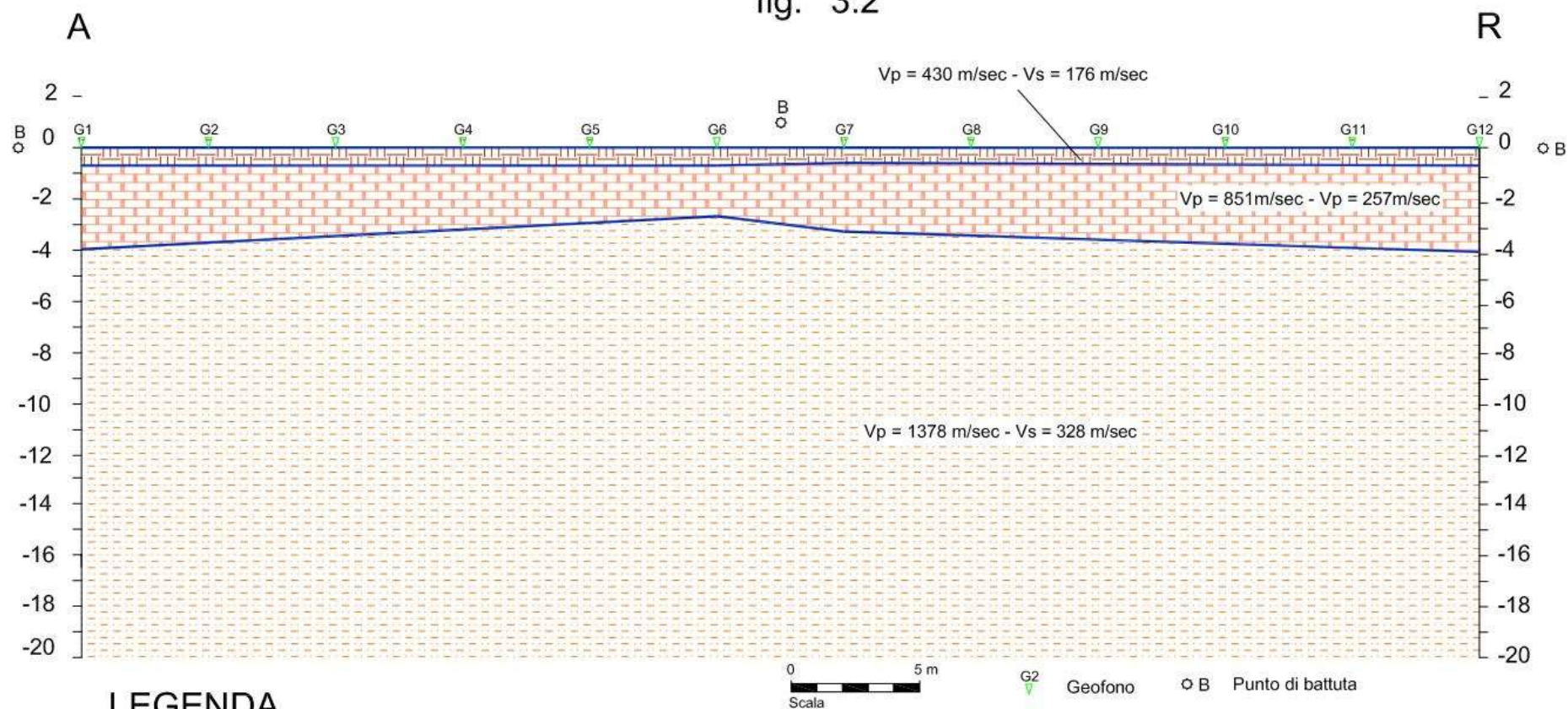
Shot at (-10, 0, 0), time=2019-07-29



MASW SS01 - fig. M.1

BASE SISMICA SS02 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

fig. 3.2



LEGENDA



SISMOSTRATO 1:
Terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata



SISMOSTRATO 2:
Calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo



SISMOSTRATO 3:
Limo argilloso - sabbioso mediamente consistente, saturo, di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro

G2 Geofono ○ B Punto di battuta

Velocità sismostrati

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno		Velocità media	
v1:	379 m/s	v1:	446 m/s	v1:	510 m/s	v1:	385 m/s		430 m/s
v2:	820 m/s	v2:	917 m/s	v2:	855 m/s	v2:	813 m/s		851 m/s
v3:	1486 m/s	v3:	1214 m/s	v3:	1259 m/s	v3:	1553 m/s		1378 m/s

Tempi di intercetta

Andata		Cent. Andata		Cent. Ritorno		Ritorno	
ti2:	3,41	ti2:	2,89	ti2:	1,85	ti2:	3,40
ti3:	10,30	ti3:	5,97	ti3:	6,64	ti3:	10,93

RISULTATI

Spessore orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 20		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		Z medio	
Z1	0,7 m	Z1	0,7 m	Z1	0,6 m	Z1	0,7 m		0,7 m
Z2	3,3 m	Z2	2,0 m	Z2	2,7 m	Z2	3,4 m		2,9 m
Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		

Profondità orizzonti sismici

Andata		Centrale Andata a m 20		Centrale Ritorno a m 30		Ritorno		H media	
H1	0,7 m	Z1	0,7 m	Z1	0,6 m	Z1	0,7 m		0,7 m
H2	4,0 m	Z2	2,7 m	Z2	3,3 m	Z2	4,1 m		3,5 m
H3	- m	Z3	- m	Z3	- m	Z3	- m		

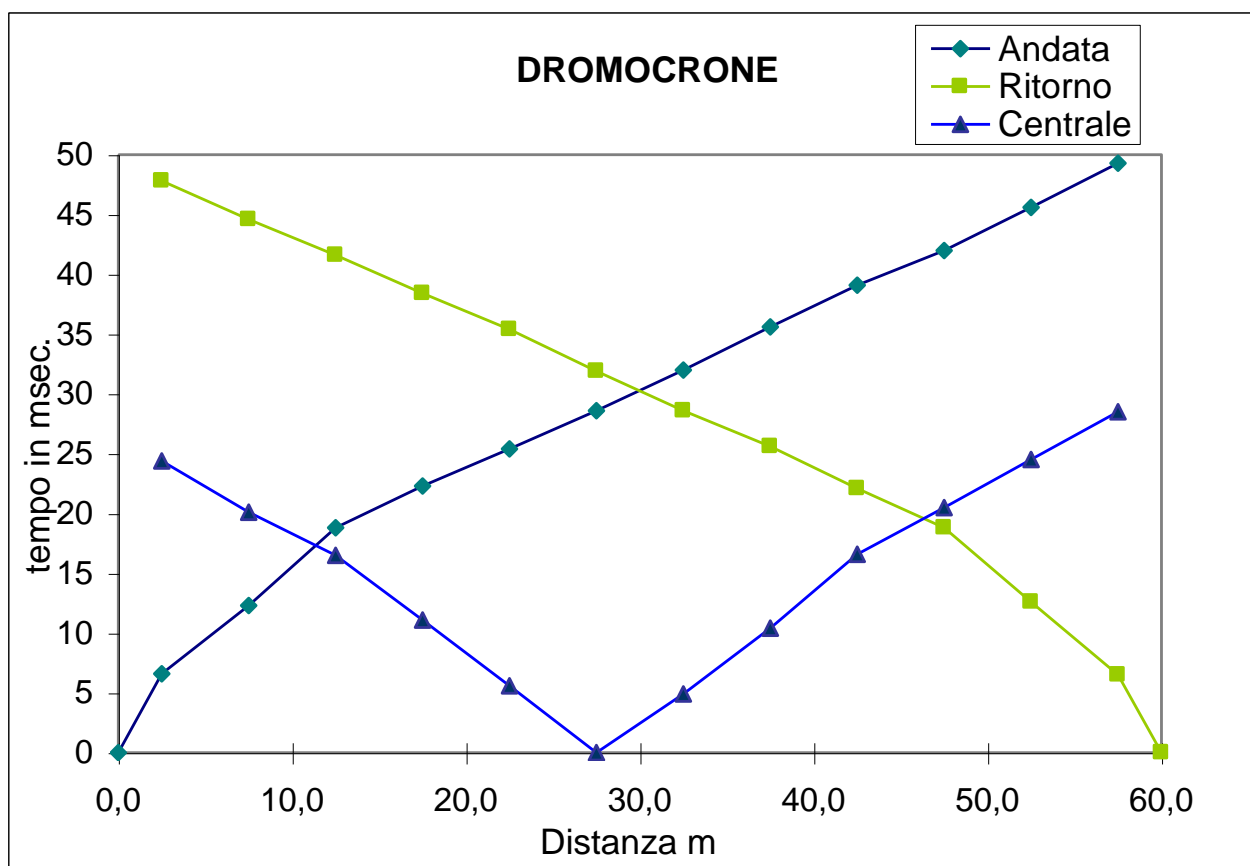
Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati

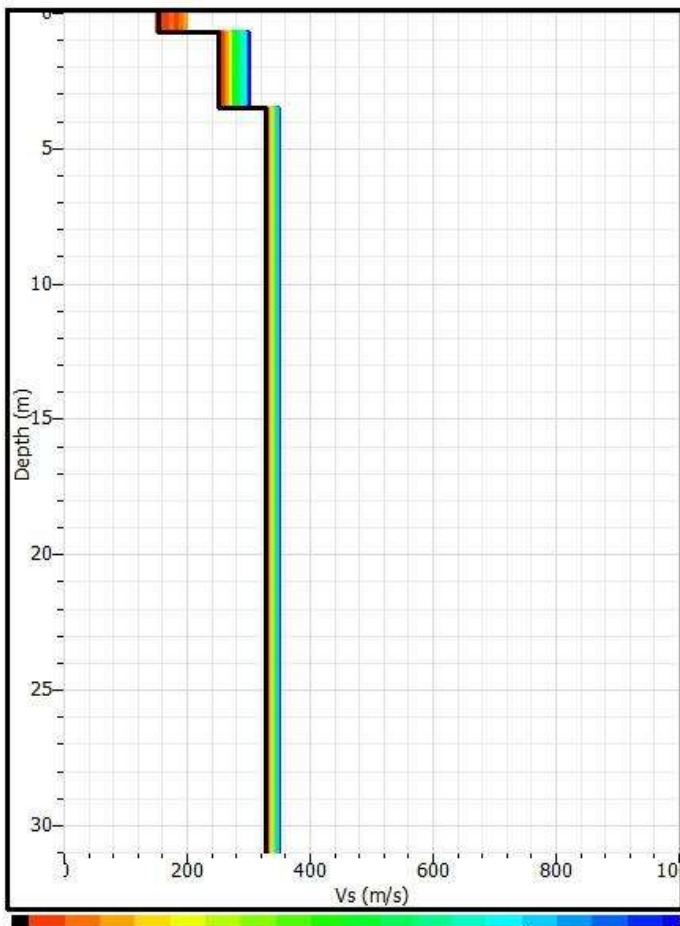
N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID Indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
		m/s	m/s		gr/cm ³	%	MPa	MPa	MPa	m/s*kN/m ³	sec.	hz
1	Terreno agrario di natura sabbiosa - limosa con ciottoli calcarenitici e livelli di calcarenite alterata	430	176	0,40	1,4	2,44	119	43	4	2482	0,016	63
2	Calcarenite e arenarie stratificate di colore giallastro con livelli di sabbie e limo	851	257	0,45	1,7	3,31	319	110	11	4292	0,045	22
3	Limo argilloso - sabbioso mediamente consistente di colore giallo-verdastro o grigio - azzurro	1378	328	0,47	1,9	4,20	597	203	24	6199	-	-

Sondaggio Sismico a rifrazione SS02

Distanza intergeofonica: m. 5,0
Lunghezza stendimento: m. 55,0
Offset m. 2,5

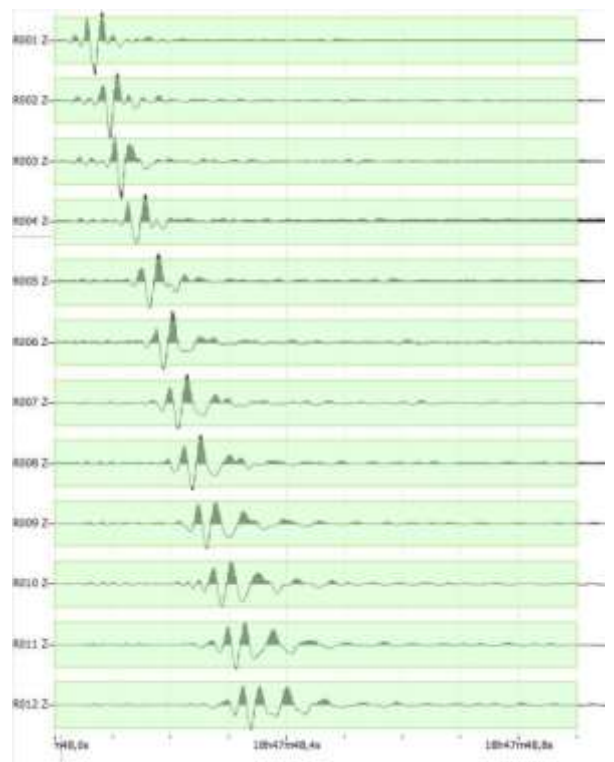
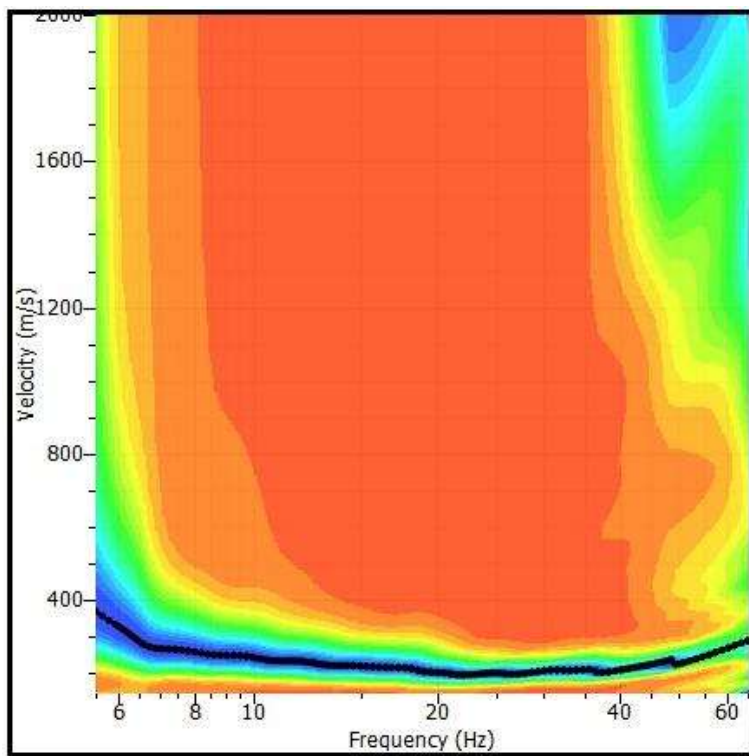
	Geofono	Distanza A/R	Time A	Time R	Geofono	Distanza C	Time C
	N°	m	ms	ms	N°		ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-			-
	1	2,5	6,6	47,8	1	2,5	28,8
	2	7,5	12,3	44,6	2	7,5	24,4
	3	12,5	18,8	41,6	3	12,5	20,1
	4	17,5	22,3	38,4	4	17,5	16,5
	5	22,5	25,4	35,4	5	22,5	11,1
Punto di battuta (C)	6	27,5	28,6	31,9	6	27,5	5,6
	7	32,5	32,0	28,6	Battuta (C)	30,0	0,0
	8	37,5	35,6	25,6	7	32,5	4,9
	9	42,5	39,1	22,1	8	37,5	10,4
	10	47,5	42,0	18,8	9	42,5	16,6
	11	52,5	45,6	12,6	10	47,5	20,5
	12	57,5	49,3	6,5	11	52,5	24,5
Punto di battuta (R)		60,0	-	0	12	57,5	28,5





Vs,eq= 313 m/sec

Misfit value



MASW SS02 - fig. M.2

Sondaggio SS01 vista verso Nord



Sondaggio SS02 vista verso Est

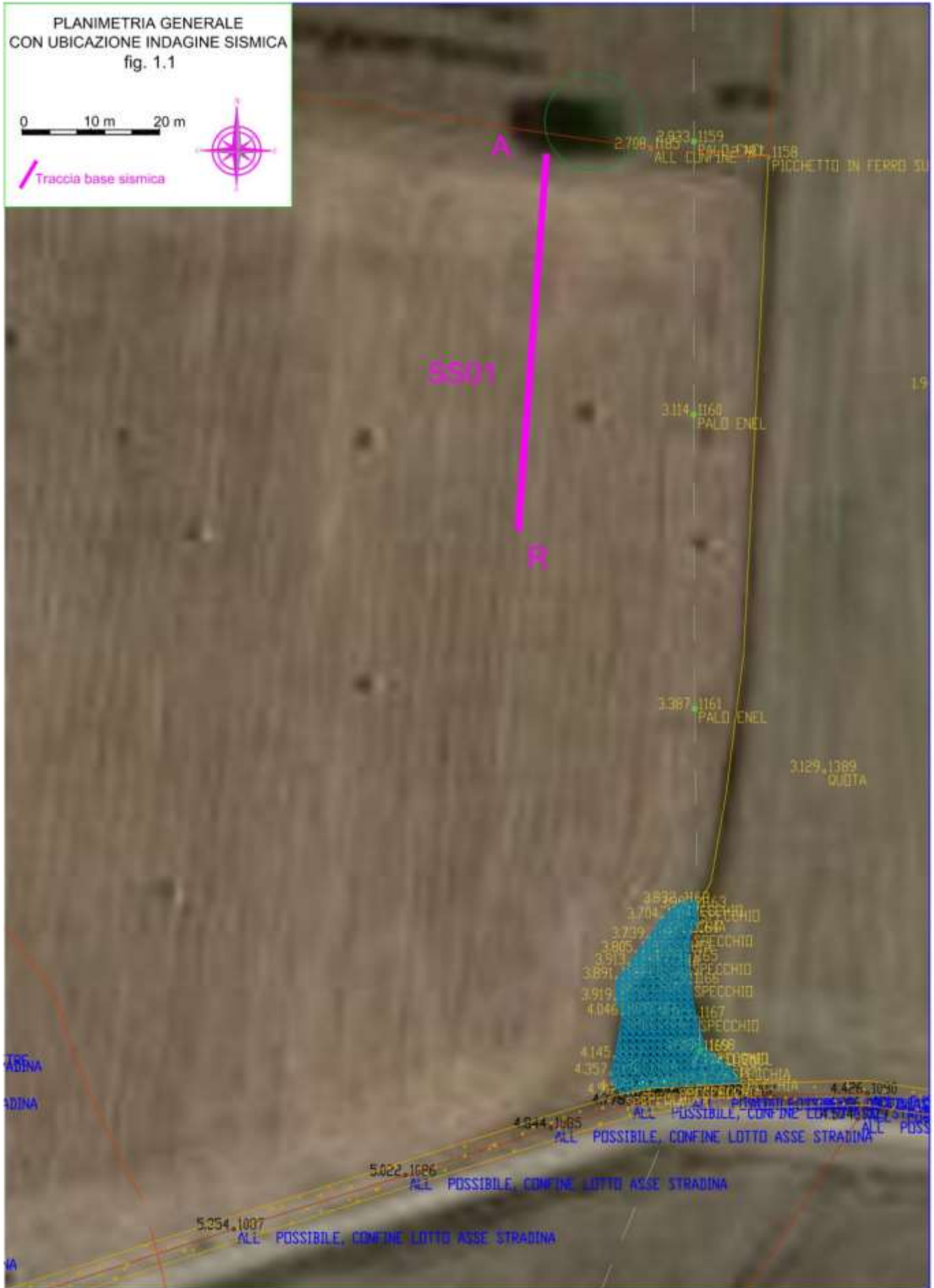


PLANIMETRIA GENERALE
CON UBICAZIONE INDAGINE SISMICA
fig. 1.1

0 10 m 20 m



Traccia base sismica



PLANIMETRIA GENERALE
CON UBICAZIONE INDAGINE SISMICA
fig. 1.2

0 10 m 20 m



Traccia base sismica



SISMOGRAMMI

