

Comune di Sassari

(Provincia di Sassari)



Centrale di Fiume Santo Realizzazione nuovo gruppo

Lithos S.r.l. - Via Municipale, 92 - Tissi (SS) - tel./fax 0792678014 - cell. 3463514050 - e-mail geo.lithos@gmail.com

Tavola:
A_02

Elaborato:
Report geofisico

Pratica:

Revisione:

Data:
Giu. 2021

Committente:
 **FIUME SANTO**
Fiume Santo S.p.A.

Consulenza:
Lithos S.r.l.
Dott. geol. Alessandro Muscas

**ORDINE DEI GEOLOGI**
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A
N. 210 Dott. Geol. ALESSANDRO MUSCAS



GEOLOGIA
GEOFISICA
GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA

REGIONE
SARDEGNA

PROVINCIA DI
SASSARI

COMUNE DI SASSARI

**CENTRALE ELETTRICA DI FIUME SANTO
REALIZZAZIONE DI NUOVO GRUPPO**

**TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P E
PROFILO IN ONDE S CON METODO MASW**

COMMITTENTE: **Lithos srl**

DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

TECNICI SPERIMENTATORI
Dott. Geol. Lorenzo Falzoi
Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi

codice pratica
GS_007_21

n° pag
16

n° Tav
3

Allegati
1

Data
Giugno 2021

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Via Cavour, 59 - 07100 Sassari
Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

INDICE

1. PREMESSA	2
2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA	3
2.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche	3
2.1.1 Sismica attiva	3
2.1.2 Sismica passiva	5
2.2 Tecniche di indagine	5
2.2.1 Tecnica Masw	5
2.2.2 Sismica a rifrazione.....	5
2.2.3 Sismica passiva HVSR	6
2.3 Approccio analitico	7
2.3.1 Analisi Masw	7
2.3.2 Analisi tomografia sismica.....	8
2.3.3 Metodologia HVSR.....	8
3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE	9
3.1 Elaborazione prove sismica attiva.....	9
3.2 Elaborazione prove sismica passiva	13
4. DEFINIZIONE DEI MODULI ELASTICI DINAMICI	14
5. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	15
5.1 Categoria di sottosuolo.....	15
5.2 Condizioni topografiche.....	16

TAVOLE

Tavola 1	Ubicazione delle indagini Planimetria generale scala 1:1500
Tavola 2	Certificati indagini sismica a rifrazione
Tavola 3	Certificati indagini MASW

ALLEGATI

Allegato 1	Specifiche tecniche strumentazione
------------------	---

1. PREMESSA

Su commissione di Lithos srl, nell'ambito del progetto "Centrale Fiume Santo realizzazione nuovo gruppo" in località Fiume Santo, Sassari (SS), è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismo-stratigrafici del sottosuolo e la determinazione della Categoria di Sottosuolo definita dal valore di $V_{s,eq}$, secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. del 17 gennaio 2018.

Nello specifico sono state svolte le seguenti indagini sismiche:

- N. 2 profili sismici Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) monodimensionali con elaborazione profilo in onde S;
- N. 12 profili sismici a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P;
- N. 3 stazioni di misura in sismica passiva H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio);

2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA

Le prospezioni sismiche vengono utilizzate nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo tramite lo studio della propagazione di onde elastiche generate o artificialmente mediante esplosioni controllate, vibrazioni indotte sul terreno con intensità e frequenza note, masse battenti di vario peso e tipologia o con sorgenti naturali.

Nel caso di sorgenti artificiali si parlerà di sismica attiva e rientrano in questa categoria le indagini di sismica a rifrazione, a riflessione le indagini Masw, le Sasw e tutte le prove eseguite in foro (down-hole, cross-hole, up-hole) mentre nel caso di sorgenti naturali (*noise*) si parlerà di sismica passiva che comprendono le prove sismiche ReMi, Nakamura, Spac, Esac.

2.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche

2.1.1 Sismica attiva

I sismogrammi sono stati acquisiti con sismografo Geometrics inc. (mod. Strataview 48R) a 48 canali e con risoluzione di acquisizione 24bit collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali di tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza propria di 4.5 Hz, utilizzati sia per il profilo sismico a rifrazione in onde P che per il profilo sismico con tecnica MASW.

Per l'esecuzione dei profili sismici a rifrazione in tecnica tomografica i 6 profili della lunghezza di 125 metri sono stati suddivisi ciascuno in due profili più corti di lunghezza pari a 62.5 metri come riportato nella tabella sottostante, per ovviare al problema del rumore ed amplificare il rapporto segnale rumore, per un totale di 12 profili a rifrazione con elaborazione in tecnica tomografica.

Per ogni profilo a rifrazione sono stati eseguiti 4 punti di energizzazione (due agli estremi, posti ad una distanza pari alla metà della distanza intergeofonica, e due all'interno del profilo), mentre per i profili Masw è stata eseguita una serie di punti di energizzazione (shot) a distanze variabili dai geofoni G1 e G24, selezionando poi, in fase di elaborazione, lo shot che presentava la migliore qualità del segnale. Come sistema di energizzazione è stato utilizzato una massa battente del peso di 100 kg lasciata cadere in volo libero da un'altezza di 2 metri che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato (Fig. 2.1.).



Fig.2.1 - schema sismica a rifrazione e MASW

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un geofono starter posto in corrispondenza dalla testa della mazza.

PROFILO		Tecnica di indagine	lunghezza stendimento (m)	distanza intergeofonica (m)	orientazione stendimento	durata acquisizione (s)	tempo di campionamento (ms)
SM_01		Sismica MASW	57.5	5.0	SO - NE	1.0	0.250
SM_02		Sismica MASW	57.5	5.0	SO - NE	1.0	0.250
SRP_01	SRP_01a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_01b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
SRP_02	SRP_02a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_02b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
SRP_03	SRP_03a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_03b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
SRP_04	SRP_04a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_04b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
SRP_05	SRP_05a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_05b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
SRP_06	SRP_06a	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500
	SRP_06b	Tomografia sismica in onde P	62.5	5.0	SO - NE	1.0	0.500

2.1.2 Sismica passiva

Le registrazioni dei microtremori sono state effettuate con un sismometro di SARA electronic instruments Srl (Geobox 4.5) a 3 sensori elettrodinamici con risoluzione a 24 bit, posti all'interno di un case rettangolare (munita di livella ad occhio di bue) e orientati in direzione est-ovest, nord-sud e verticalmente.

Il cuore dell'unità sismica è rappresentato dalla scheda A/D SADC20 munita di convertitore Sigma-Delta che consente l'uso di un semplice filtro antialias R-C ad un polo, regolabile in funzione delle frequenze di campionamento scelte.

Lo strumento, data la sua maneggevolezza e funzionalità, può venire installato su tutti i tipi di sito, previa corretta livellazione e accoppiamento con il terreno, tramite appositi piedini livellabili.

2.2 Tecniche di indagine

2.2.1 Tecnica Masw

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro $V_{s,eq}$ necessario per la classificazione dei suoli in base alle NTC 2018 che stabiliscono le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica.

Per quanto concerne la fase di acquisizione del dato di campo, l'indagine MASW non è troppo diversa da una comune acquisizione per un'indagine di sismica a rifrazione, in quanto le onde di superficie sono facilmente generabili da una qualsiasi sorgente sismica quale ad esempio una mazza. L'acquisizione del dato prevede di effettuare uno stendimento di 24 geofoni (preferibilmente da 4,5 Hz) allineati con la sorgente ad una distanza intergeofonica variabile in base alle condizioni di sito e di energizzare in un solo punto (off set) con una sorgente ad impatto verticale, ad una distanza dal geofono più esterno anch'essa variabile in un range prestabilito. I sismogrammi così ottenuti vengono poi selezionati in fase di elaborazione, utilizzando solamente lo shoot che presenta la migliore qualità del segnale.

2.2.2 Sismica a rifrazione

La metodologia di indagine a rifrazione consiste nel produrre una perturbazione elastica (*shot*) in un punto della superficie del terreno e nel rilevare e registrare in più punti distanti il tempo intercorso tra l'istante dell'energizzazione (*tempo zero*) e l'arrivo di un suo impulso rifratto dalle superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo. Le registrazioni avvengono tramite l'utilizzo di sensori detti *geofoni*, allineati lungo uno stendimento a distanze reciproche (distanza intergeofonica) variabili in funzione dell'obiettivo e delle specifiche condizioni di sito.

I segnali più importanti che vengono registrati sono relativi a tre tipi di onde, di seguito indicati nel loro ordine di arrivo: onde di compressione o primarie (onde P), onde di taglio o secondarie (onde S) e onde di Rayleigh o superficiali. Le registrazioni a distanze crescenti dal punto di energizzazione vengono quindi riportate su di un grafico distanze/tempi di arrivo per ogni tipologia di onda che si propaga nel mezzo elastico, ottenendo così una retta di inclinazione variabile rispetto all'asse delle ascisse detta *dromocrona* (Fig.2.2.1).

I tempi di arrivo dei raggi rifratti si disporranno nel diagramma tempi-distanze secondo una serie di rette di pendenza diversa tra loro e inferiore a quella delle onde dirette; dal calcolo dei coefficienti angolari delle rette così individuate si è in grado quindi di determinare la velocità di propagazione dell'onda negli orizzonti attraversati e di conseguenza, noto il tempo intercetto, anche il loro spessore.

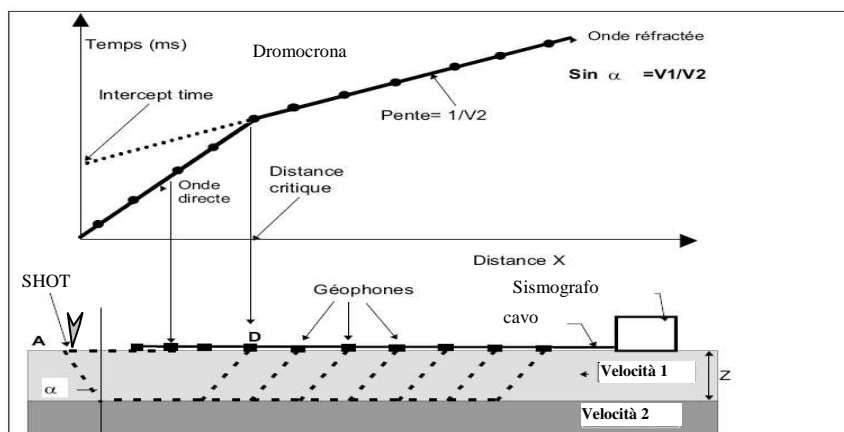


Fig.2.2.1 - Indagine sismica a rifrazione

2.2.3 Sismica passiva HVSR

La tecnica HVSR è stata applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi nel 1970 e successivamente ripresa e resa celebre da Nakamura nel 1989 che la utilizzò come metodologia per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi della teoria dei rapporti spettrali (HVSR) sfrutta il principio secondo cui i microtremori o rumore sismico di fondo, sono costituiti prevalentemente da onde superficiali di tipo Rayleigh, che si propagano in un sistema stratificato caratterizzato da una variazione dei parametri con la profondità.

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati caratterizzati da un significativo contrasto di impedenza (funzione della velocità delle onde e della densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è quindi legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio V_s del primo strato dalla seguente relazione:

$$f_0 = V_{s1} / 4 h \quad [1]$$

dove

V_{s1} = velocità delle onde S del primo strato

h = spessore primo strato

Tale metodologia, in base agli studi effettuati, presenta quindi la sua migliore applicabilità in contesti caratterizzati dalla presenza di depositi soffici sovrastanti un basamento roccioso, dove si manifestano evidenti contrasti di impedenza.

2.3 Approccio analitico

2.3.1 Analisi Masw

Il profilo V_s ,eq con il metodo MASW viene ricavato tramite il software di elaborazione WinMasw che si basa sull'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sull'interfaccia libera di un mezzo isotropo e omogeneo, come risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh; la dispersione è una deformazione di un treno di onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo e presentano normalmente più elevate velocità di fase. Il calcolo del profilo di velocità delle onde di Rayleigh, $V(\text{fase})/\text{Frequenza}$, viene quindi convertito nel profilo di $V_s/\text{profondità}$. La procedura utilizzata per la determinazione del profilo prevede quattro operazioni svolte in successione:

1. acquisizione delle onde superficiali (dati di campo);
2. determinazione dello spettro di velocità;
3. individuazione della curva di dispersione sullo spettro di velocità;
4. inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (soft computing) e rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

Resta comunque sottinteso che il calcolo algoritmico non prevede un risultato univoco ma una serie di risultati attendibili in un range di modelli validi e per tale motivo i dati finali possono presentare discordanze rispetto ai modelli ottenuti con altre tecniche di indagine sismica (down hole, cross hole, ecc). Il fit tra il modello calcolato con tecnica MASW e il modello ottenuto con altri metodi di indagine sismica è quindi funzione delle conoscenze geologiche di sito e per tale motivo la presenza di dati ricavati da indagini integrative (sondaggi, penetrometrie, ecc) permette di restringere il campo di incertezza, ottimizzando il modello finale.

2.3.2 Analisi tomografia sismica

Il software di elaborazione tomografico utilizzato (*Rayfract v 3.18*), elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione. L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle unitarie di piccole dimensioni, in maniera tale da individuare e discriminare le anomalie laterali di velocità.

2.3.3 Metodologia HVSR

Nella fase di cantiere il segnale dei velocimetri è stato acquisito tramite il software SEISMOLOG-MT di Sara Srl, programma di acquisizione dati in tempo reale dedicato alla valutazione della risposta sismica di sito e pertanto utilizzabile sia per la valutazione del sito per postazioni sismiche permanenti che per la valutazione geologica del sito ai fini di ingegneria civile. I dati sono stati quindi acquisiti per un tempo t pari a 20 min con digitalizzazione del segnale a 24 bit. Successivamente i dati relativi ad ogni singola stazione, sono stati elaborati tramite il software dedicato Grilla della Micromed Spa con un processing in accordo alle linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005) e che ha previsto nello specifico quanto segue:

- divisione del tracciato in finestre di selezione del segnale.
- FFT (incluso il tapering);
- Operatore di smoothing;
- Merging dei componenti orizzontali;
- H/V Spectral Ratio per ogni finestra utilizzata (>10);
- Calcolo della media degli spettri H/V
- Definizione della deviazione standard

3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE

3.1 Elaborazione prove sismica attiva

L'elaborazione dei profili sismici a rifrazione, integrati con i dati ottenuti dalle prove Masw, hanno permesso di ricostruire i seguenti modelli sismostratigrafici interpretativi valido per i terreni investigati:

PROFILO SISMICO SRP_01a – SM_01					
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	VELOCITA' VS media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	4.5 - 6.0 m	200-1200 m/s	316 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	5.0 - 8.0 m	1200-2400 m/s	643 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	960 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_01b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	5.0 - 8.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	7.5 - 11.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_02a				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	0.5 – 4.5 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	3.5 - 11.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_02b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	4.5 – 5.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	7.5 - 8.5 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_03a				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	2.5 – 4.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	8.0 – 11.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_03b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	7.5 – 8.5 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	8.0 – 11.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_04a – SM_02					
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	VELOCITA' VS media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	6.5 - 7.5 m	200-1200 m/s	232 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	7.0 - 9.0 m	1200-2400 m/s	583 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	940 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_04b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	6.0 – 8.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	10.0 – 12.5 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_05a				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	6.0 – 8.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	8.0 – 13.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_05b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	6.0 – 8.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	6.0 – 8.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_06a				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	4.5 – 8.5 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	10.0 – 13.0 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

PROFILO SISMICO SRP_06b				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	6.0 – 10.0 m	200-1200 m/s	Terreno di riporto	poco addensato
2	7.0 – 12.5 m	1200-2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti	mediamente addensati
3	n.d.	>2400 m/s	Terreni coesivi prevalenti / conglomerati / calcari marnosi e arenarie	molto addensati/da poco a mediamente alterato

3.2 Elaborazione prove sismica passiva

L'area di progetto, durante la fase di acquisizione, presentava forti rumori ambientali di fondo (seismic noise) di origine antropica. In fase di elaborazione, la presenza di una marcata direzionalità del segnale ha permesso di confermare come fonte principale del rumore quello proveniente dalla centrale. (fig.1-2)

Il forte disturbo ambientale presente nell'area di studio non ha consentito quindi di definire in modo chiaro e affidabile il picco naturale del sito.

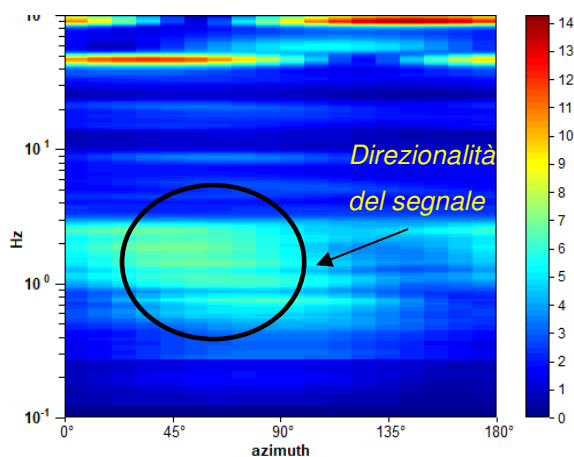


Fig.1- Direzionalità del segnale registrato sulle n.3 stazioni di misura

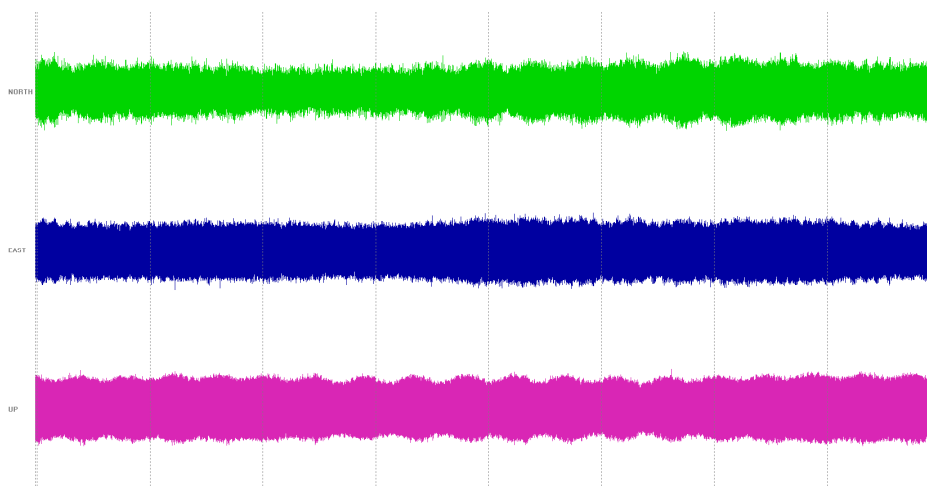


Fig.2- Sismogramma tipo registrato nell'area di studio

4. DEFINIZIONE DEI MODULI ELASTICI DINAMICI

In base ai dati ricavati dalle indagini eseguite è possibile fornire dei valori indicativi dei parametri dinamici dei terreni investigati in corrispondenza dell'area d'indagine.

Per il profilo SRP_01a-SM_01 dati sono stati calcolati fino alla profondità di circa -14.0 m dal p.c., considerando i valori medi di velocità delle onde P e S relativi ai primi due orizzonti individuati dal:

STRATO	hi (Spessore)	VP (Velocità media)	VS (Velocità media)	γ^* (Peso di volume)
1	4.5 - 6.0 m	700 m/s	316 m/s	1.80 t/m ³
2	5.0 - 8.0 m	1800 m/s	643 m/s	1.90 t/m ³

** da bibliografia*

STRATO	ν (Poisson)	K (Mod. Incomp.) MPa	μ (Mod. di taglio) MPa	E (Mod. Young) MPa
1	0,37	642	180	493
2	0,43	5109	786	2242

Per il profilo SRP_04a-SM_02 dati sono stati calcolati fino alla profondità di circa -16.0 m dal p.c., considerando i valori medi di velocità delle onde P e S relativi ai primi due orizzonti individuati dal:

STRATO	hi (Spessore)	VP (Velocità media)	VS (Velocità media)	γ^* (Peso di volume)
1	6.5 - 7.5 m	700 m/s	232 m/s	1.80 t/m ³
2	7.0 - 9.0 m	1800 m/s	583 m/s	1.90 t/m ³

** da bibliografia*

STRATO	ν (Poisson)	K (Mod. Incomp.) MPa	μ (Mod. di taglio) MPa	E (Mod. Young) MPa
1	0,44	753	97	279
2	0,44	5295	646	1862

5. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

5.1 Categoria di sottosuolo

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) partendo dal piano di posa delle fondazioni. Il valore di $V_{s,eq}$ (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti al disopra del substrato sismico (con $V_s > 800$ m/s), fino ad un H massimo di 30 m (V_{s30}).

L'indagine sismica ha permesso quindi di ricostruire i seguenti profili sismo-stratigrafici necessari per il calcolo delle $V_{s,eq}$:

PROFILO MASW SM_01		
STRATO	SPESSORE medio (h_i)	VELOCITÀ media (V_s)
1	0,90 m	250 m/s
2	2,10 m	352 m/s
3	3,90 m	348 m/s
4	4,00 m	505 m/s
5	4,90 m	781 m/s
6	n.d.	>800 m/s

PROFILO MASW SM_02		
STRATO	SPESSORE medio (hi)	VELOCITÀ media (Vs)
1	1,40 m	190 m/s
2	2,50 m	200 m/s
3	4,20 m	306 m/s
4	5,40 m	403 m/s
5	9,30 m	764 m/s
6	n.d.	>800 m/s

Dai i dati sopra elencati si evince la presenza di un substrato sismico ($V_s > 800$ m/s) affiorante entro i primi 30.0 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio:

PROFILO MASW SM_01 $V_{s,eq} (Vs_{15,8} \text{ m}) = 452 \text{ m/s}$

PROFILO MASW SM_02 $V_{s,eq} (Vs_{22,8} \text{ m}) = 385 \text{ m/s}$

Pertanto, sulla base di questo valore e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare al terreno di progetto la seguente categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

Categoria di sottosuolo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

5.2 Condizioni topografiche

I siti in esame sono ubicati in corrispondenza di una superficie pianeggiante e pertanto, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, le aree possono essere classificate nella seguente categoria topografica:

Categoria topografica "T1"

Sassari, Giugno 2021

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

**COMUNE DI
SASSARI**

PROVINCIA DI SASSARI

**CENTRALE ELETTRICA DI FIUME SANTO
REALIZZAZIONE DI NUOVO GRUPPO**

OGGETTO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI
Planimetria generale

TAVOLA N°

1

SCALA

1:1500

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906




DIRETTORE TECNICO:

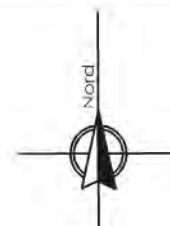
Dott. Geol. Stefano Bellaveglia



TAVOLA 1: UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LEGENDA:

-  Stendimenti Geofisici
-  Sh - Punti di Scoppio
-  Geofoni



SCALA 1:1.500



GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
 Via Cavour, 59 / 07100 Sassari
 Codice Fiscale / P. IVA 02778270906

**COMUNE DI
SASSARI**

PROVINCIA DI SASSARI

**CENTRALE ELETTRICA DI FIUME SANTO
REALIZZAZIONE DI NUOVO GRUPPO**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE

TAVOLA N°

2

N° PROFILI

1

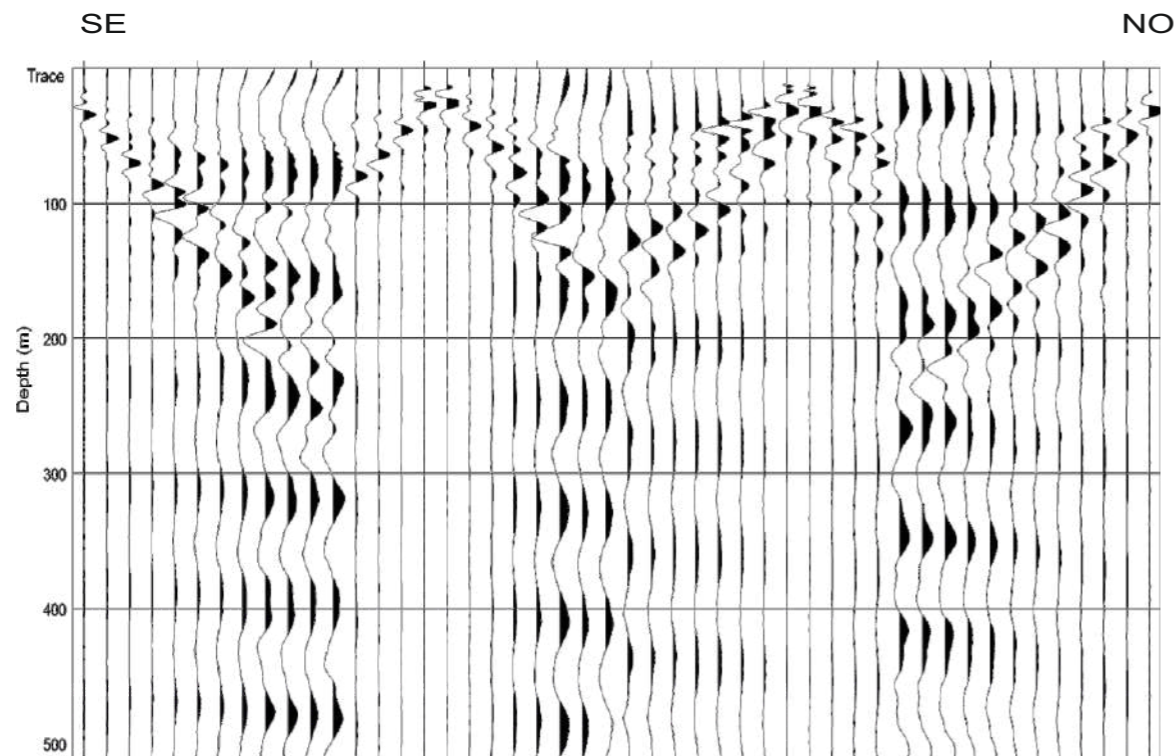
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_01a

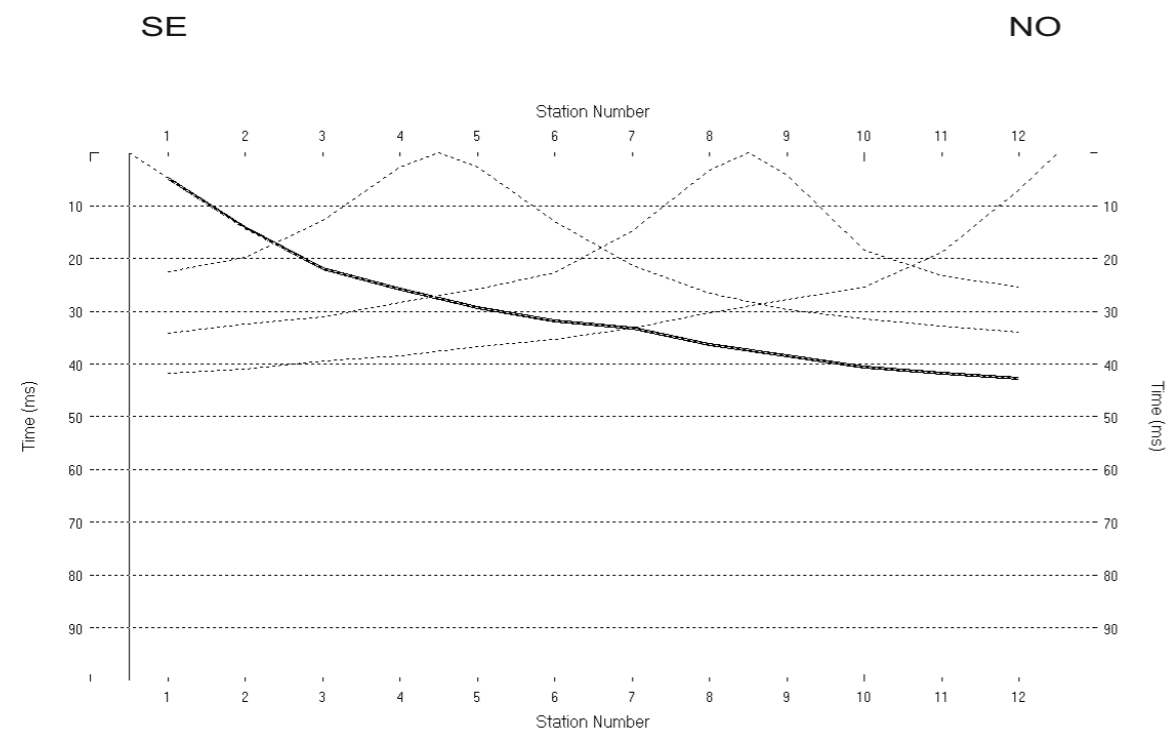
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

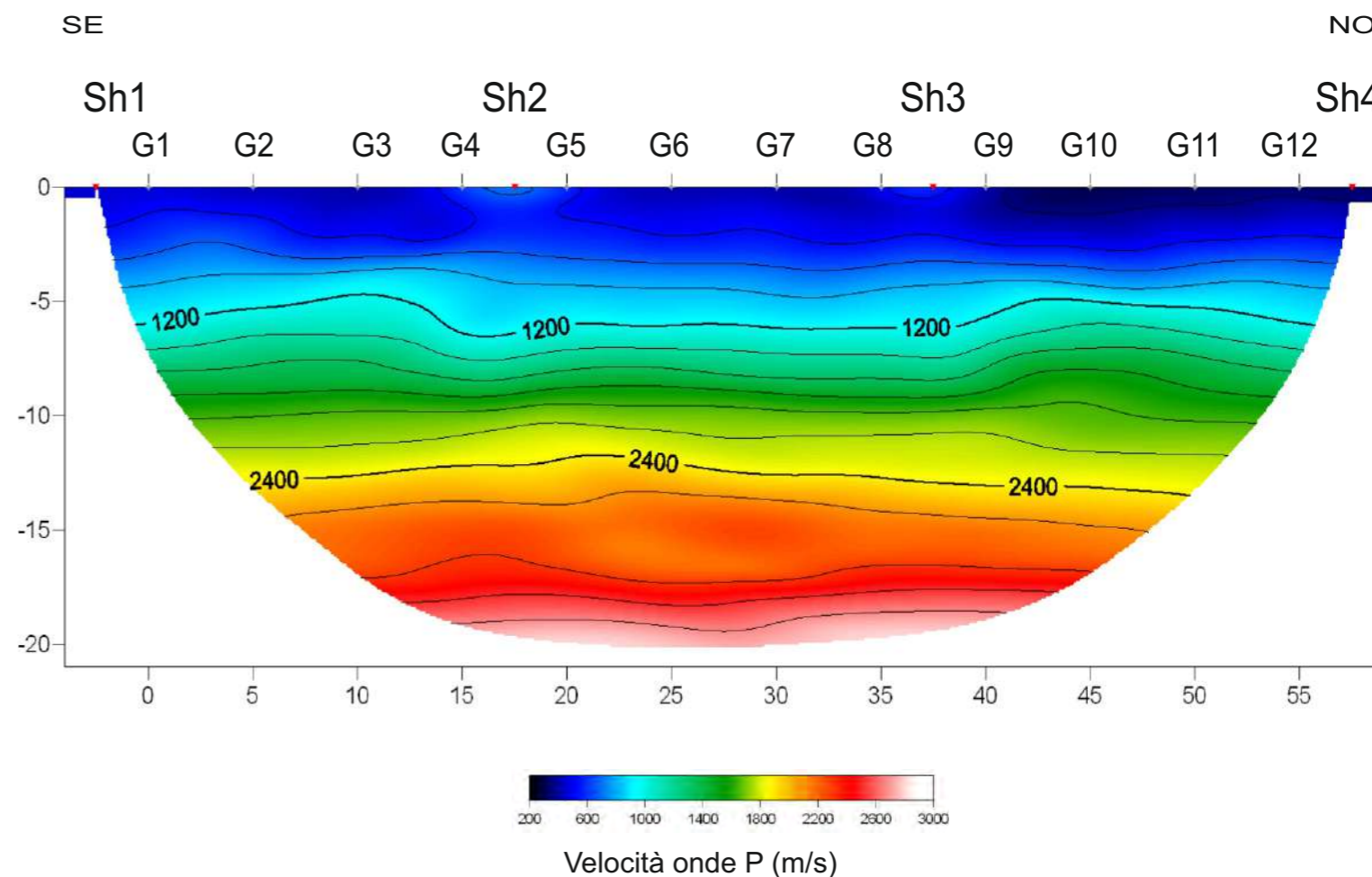
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521909; E 441681 Sh7: N 4521955; E 441722
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



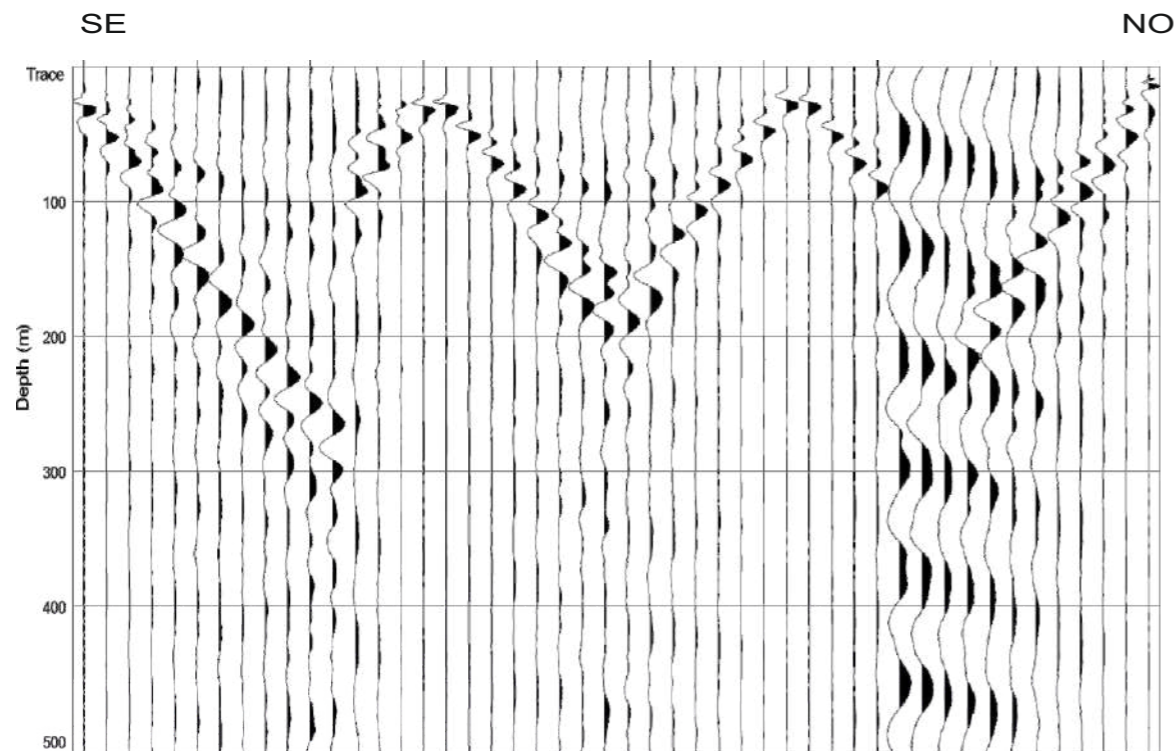
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_01b

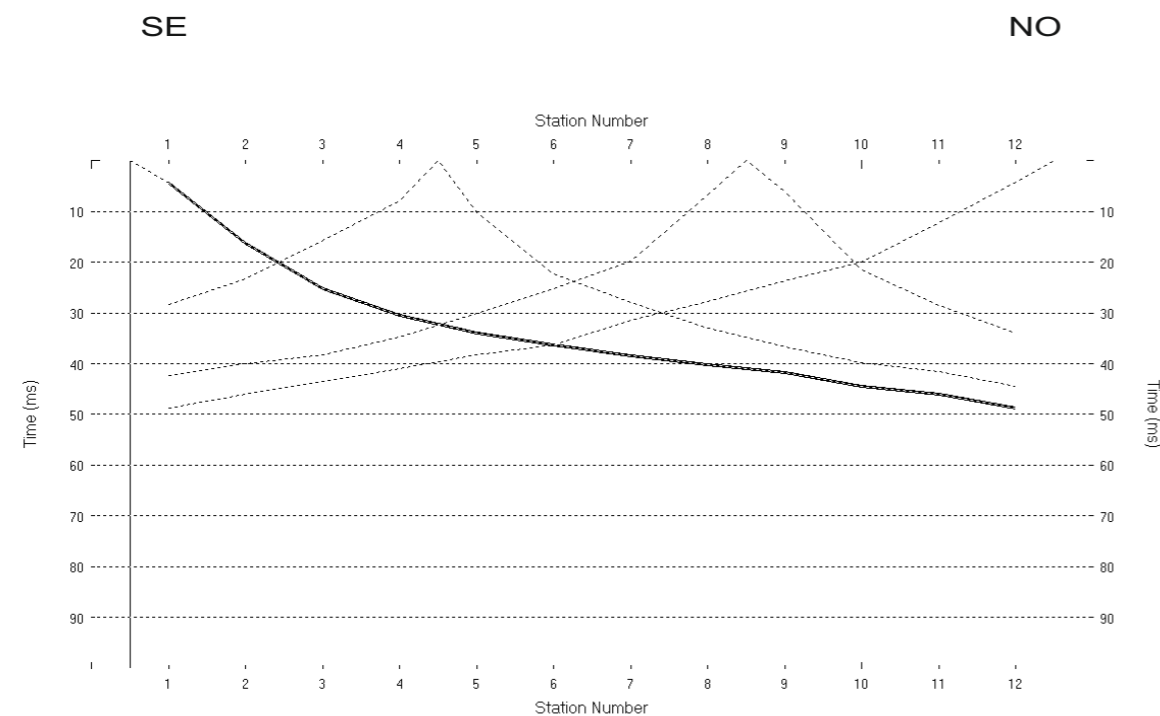
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

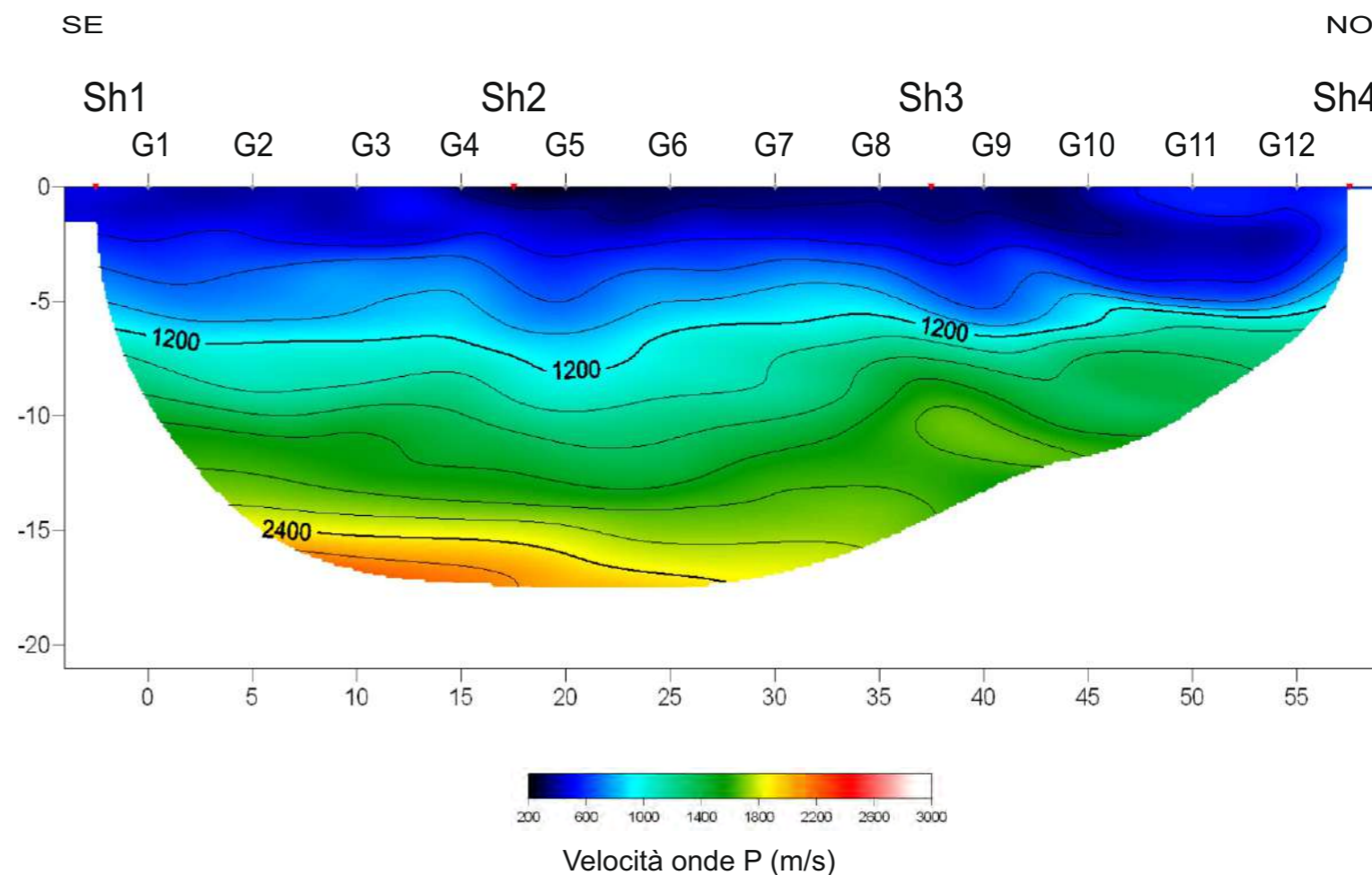
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521955; E 441722 Sh7: N 4521999; E 441764
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



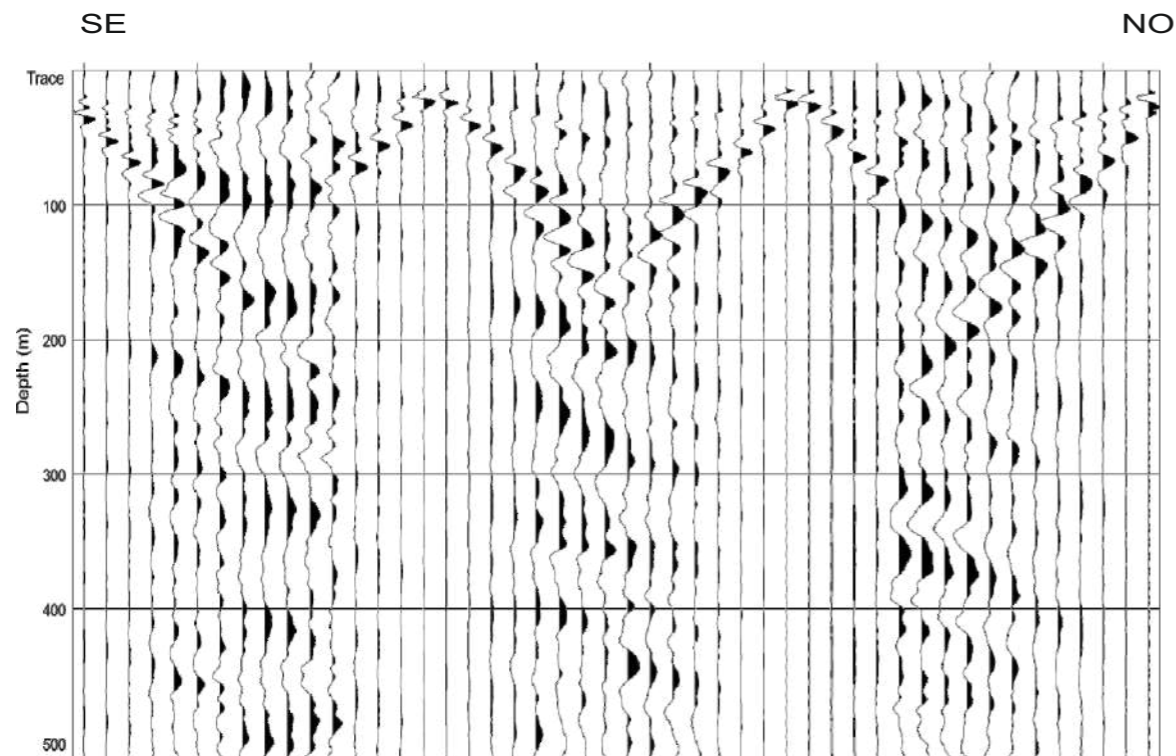
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_02a

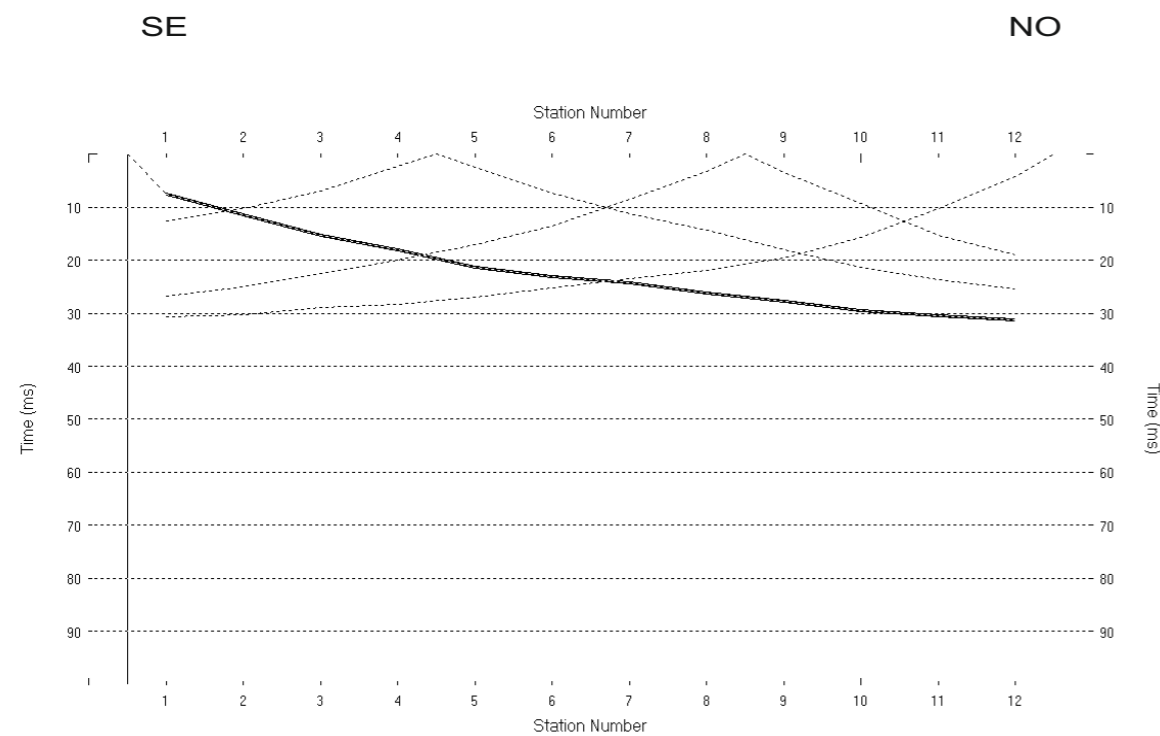
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

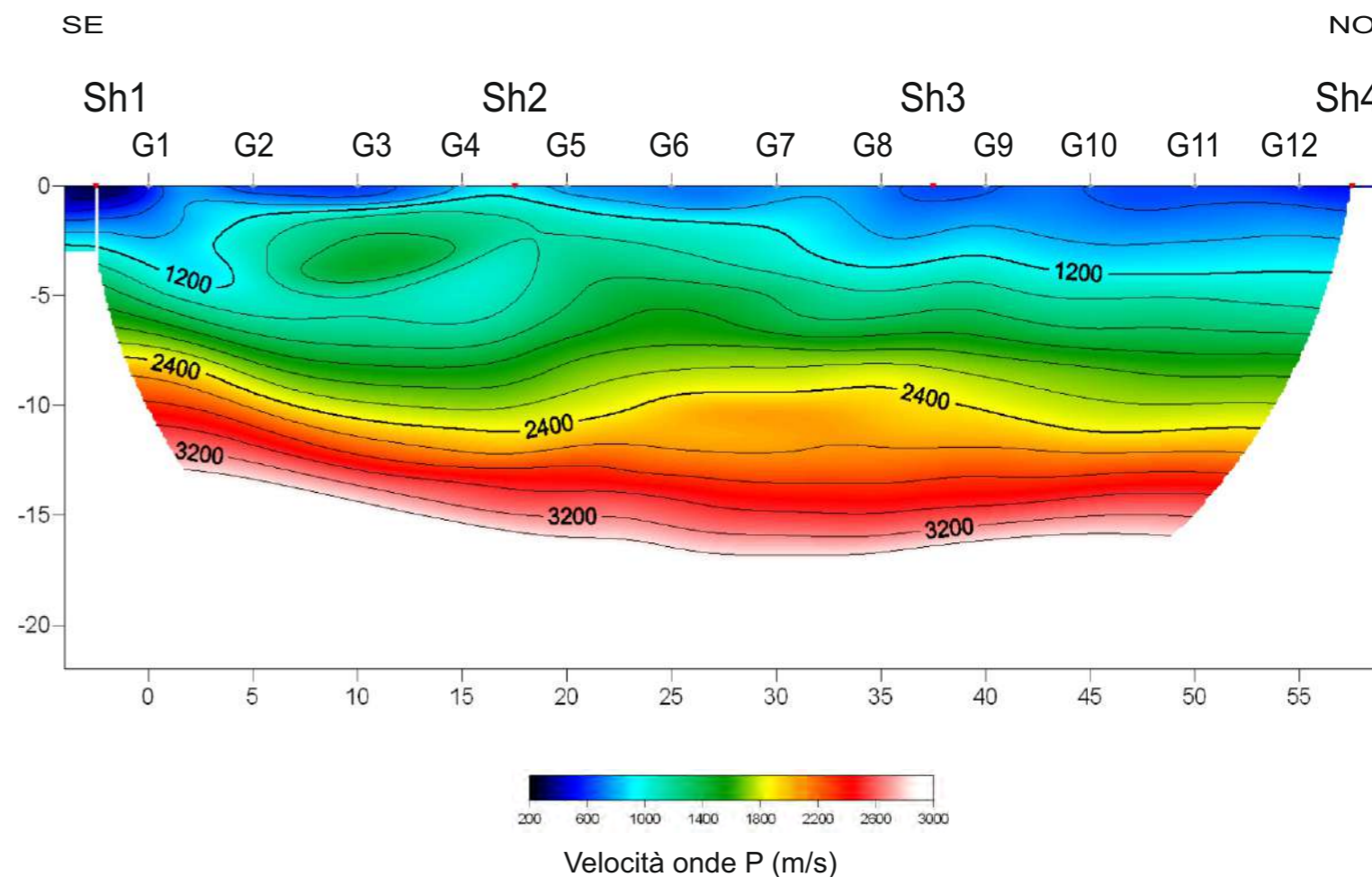
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521819; E 441597 Sh7: N 4521863; E 441639
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



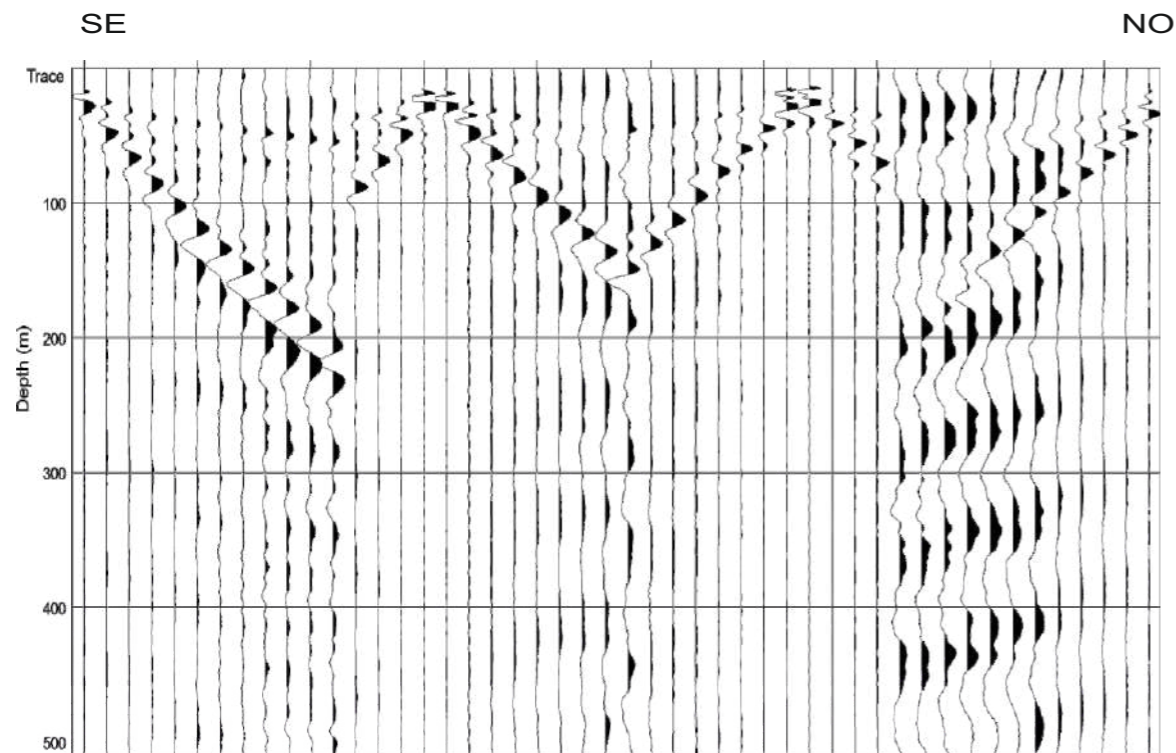
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_02b

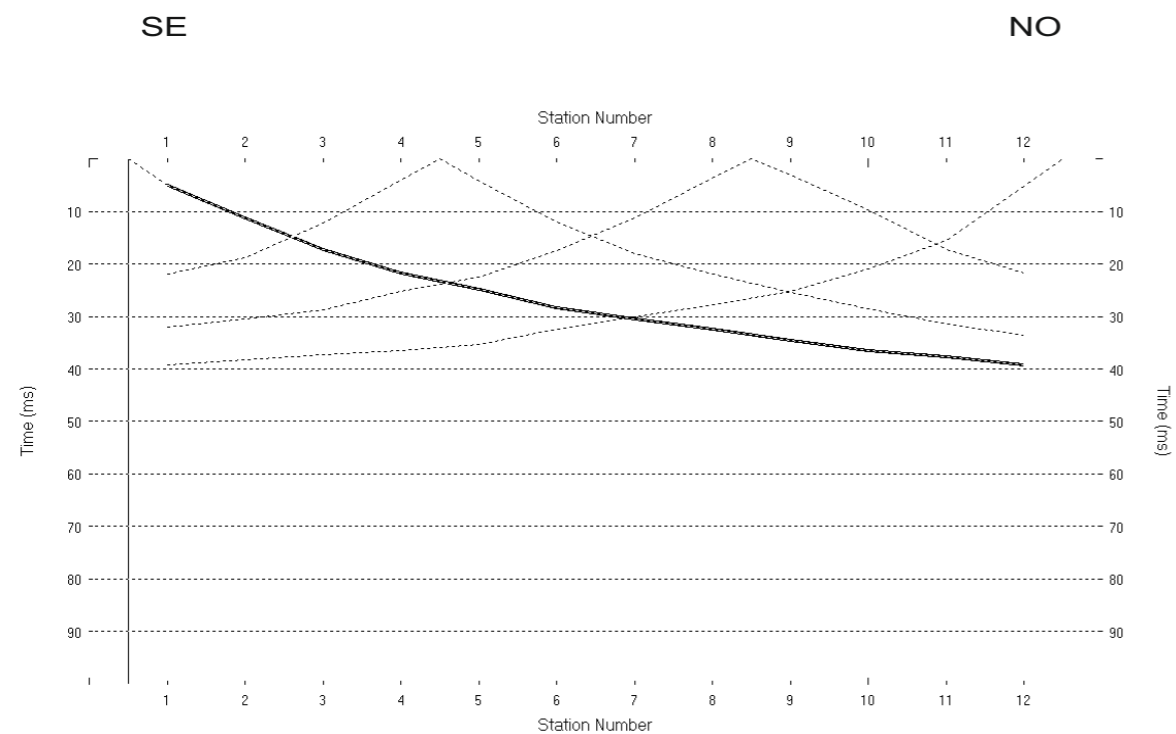
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

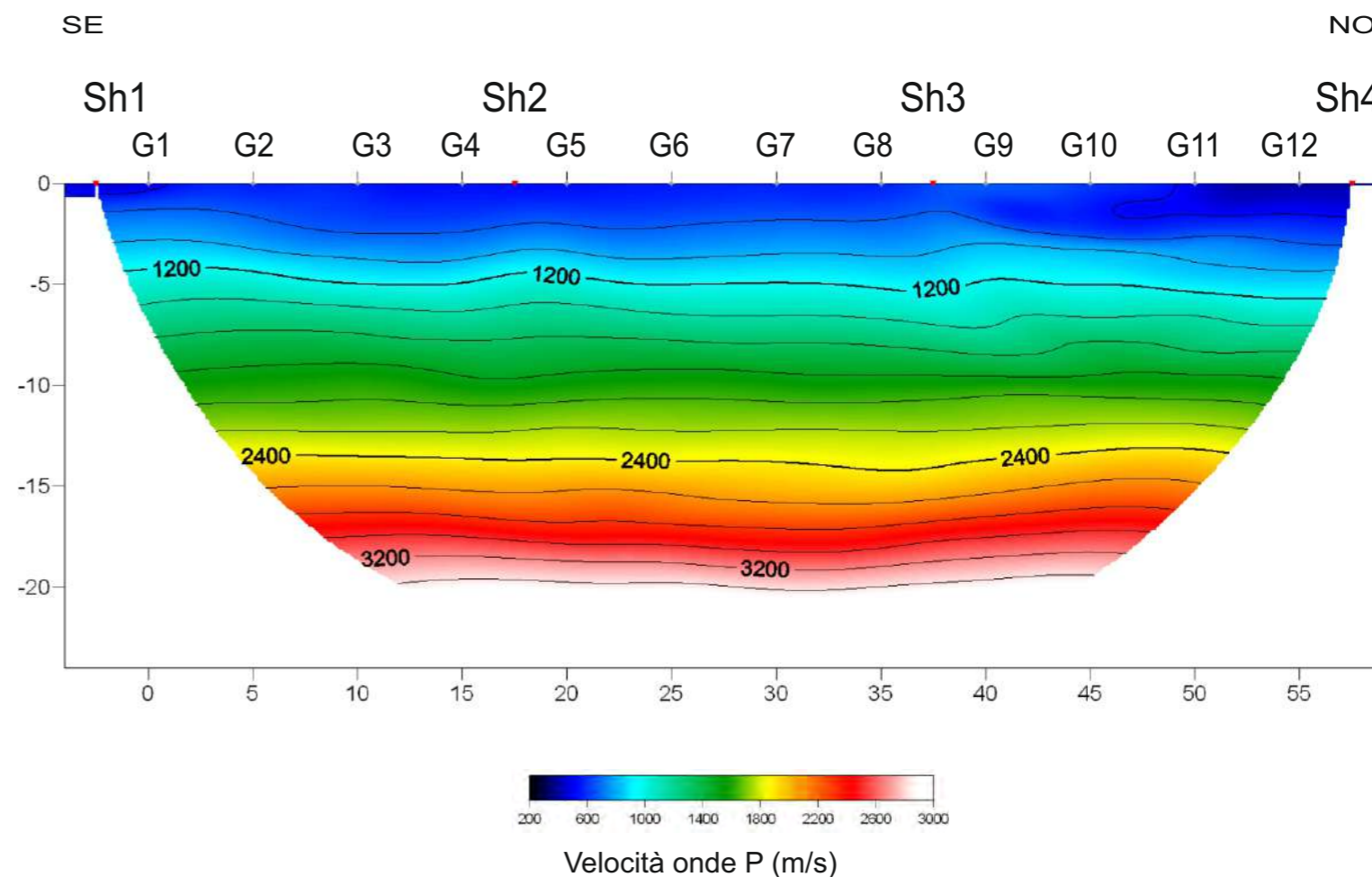
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521864; E 441639 Sh7: N 4521909; E 441681
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



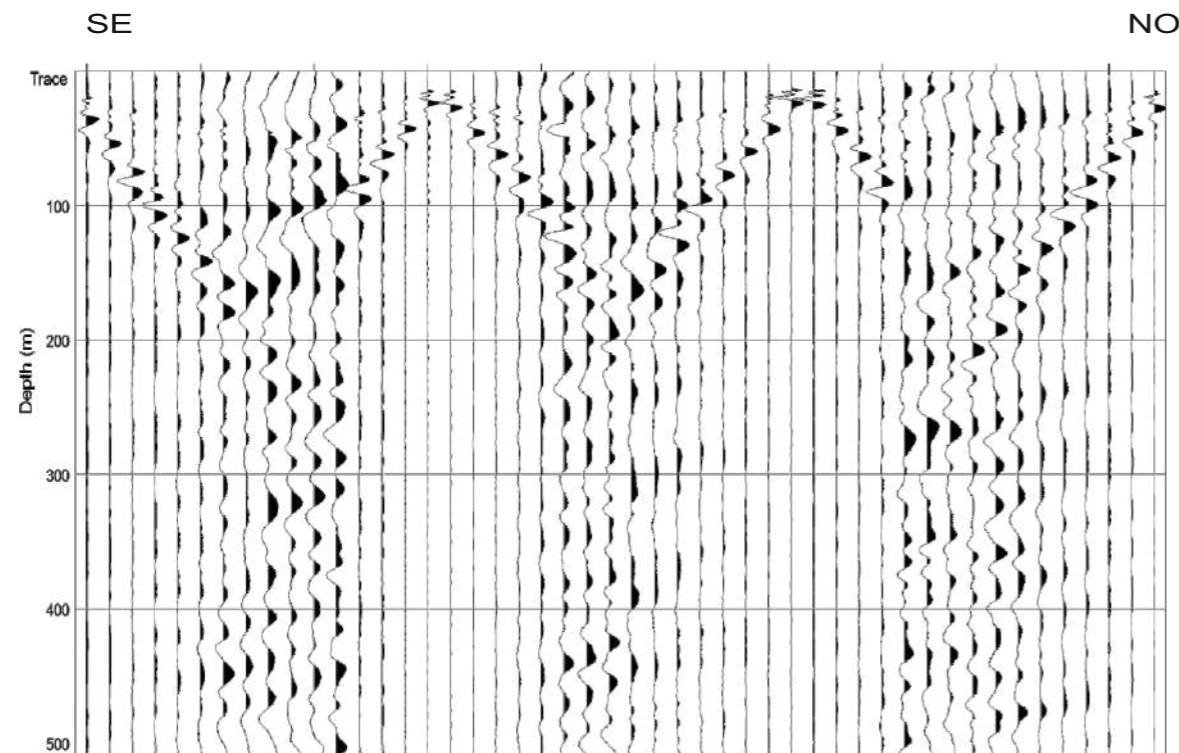
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_03a

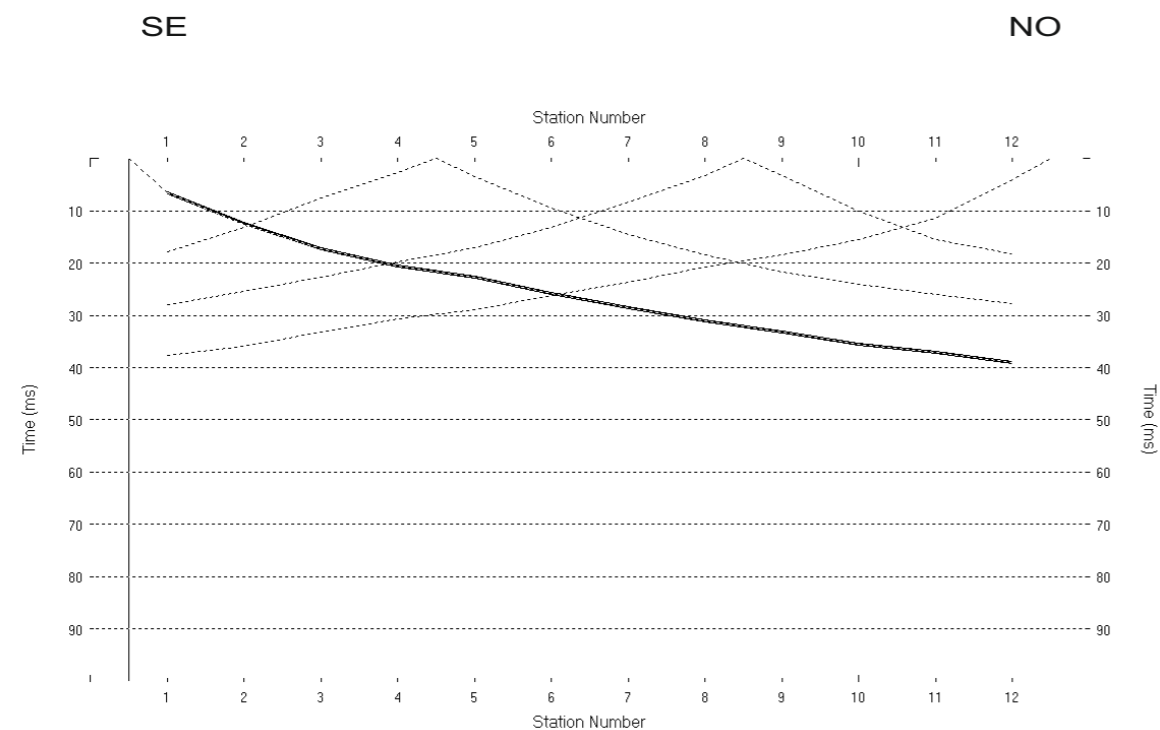
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

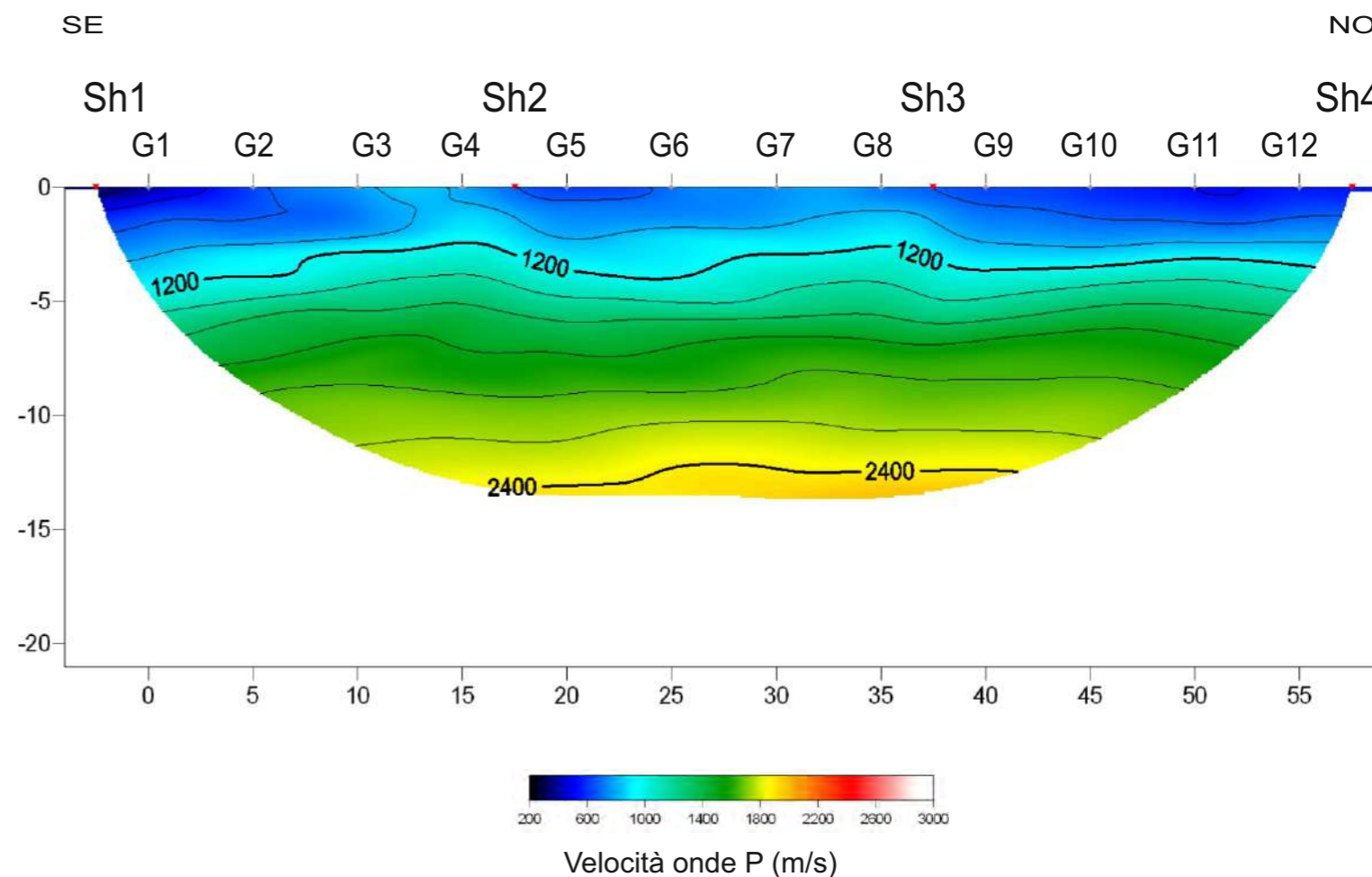
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521730; E 441514 Sh7: N 4521773; E 441556
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



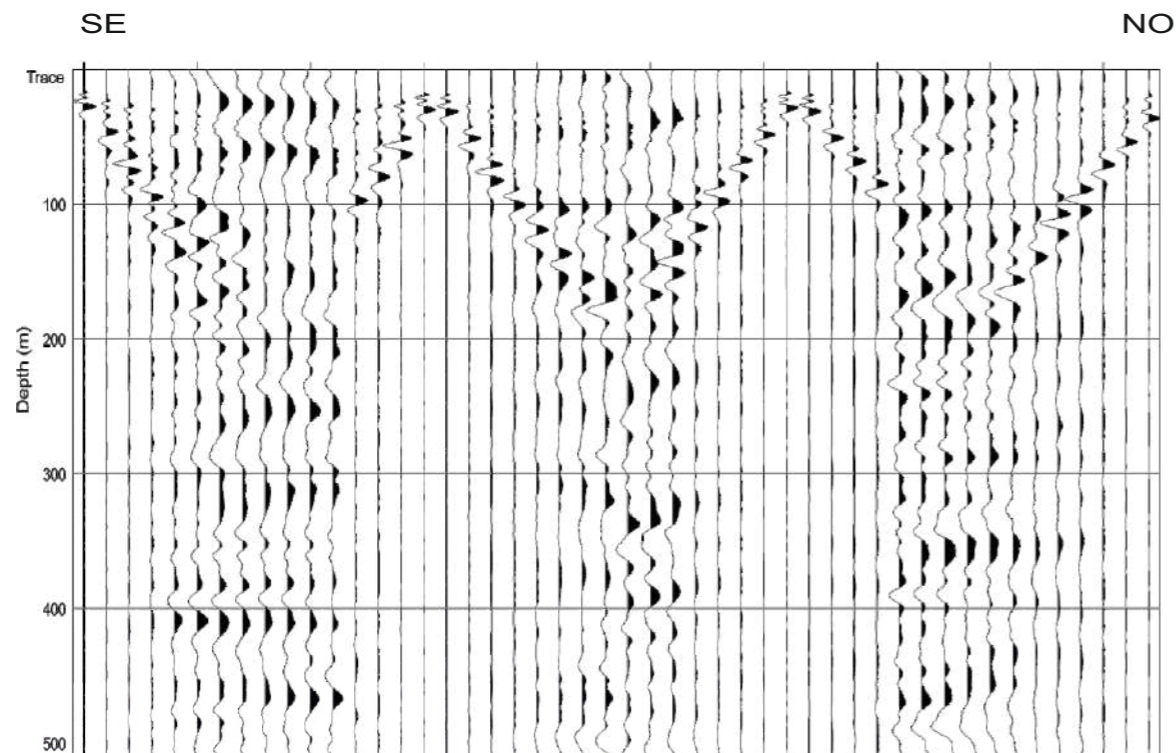
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_03b

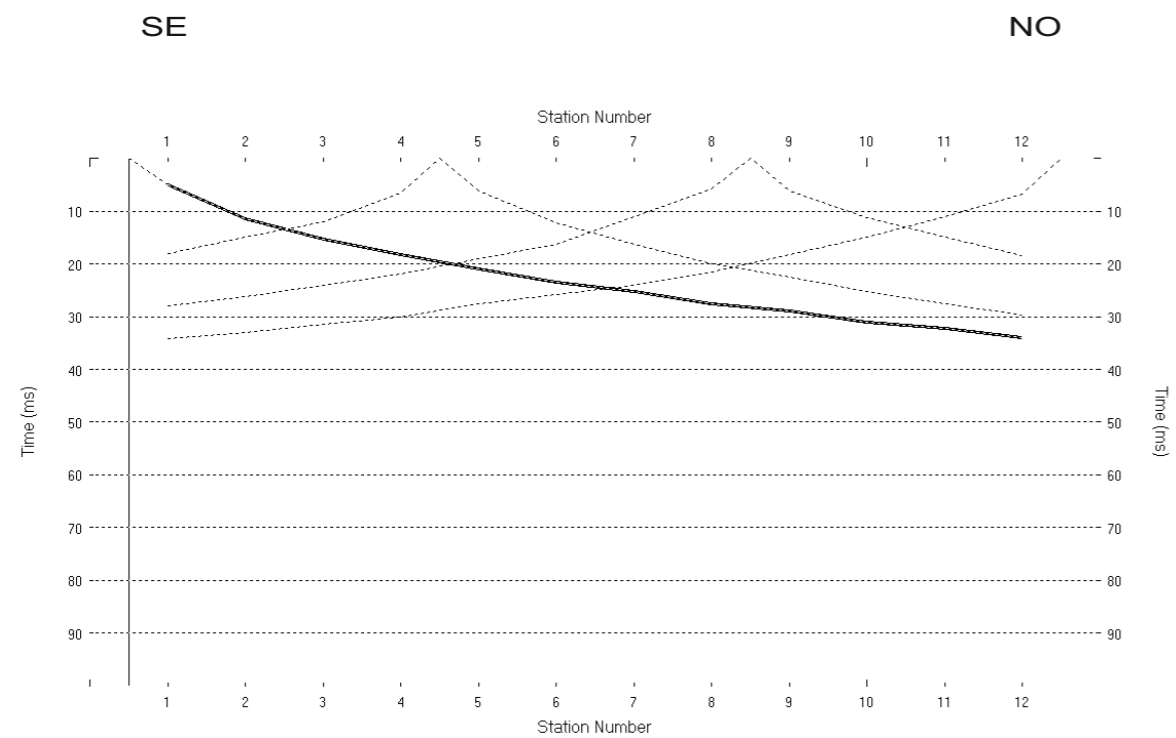
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

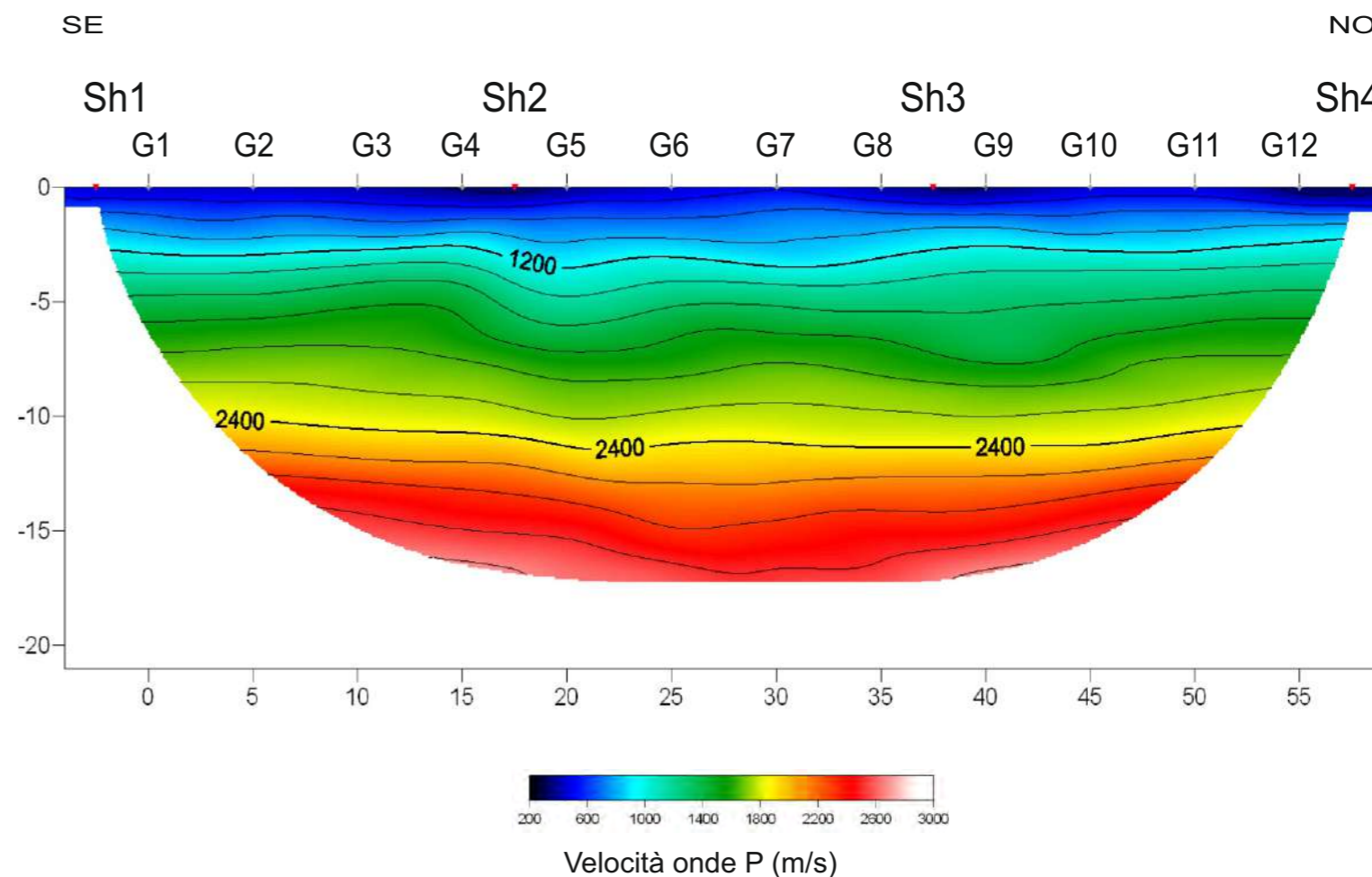
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521773; E 441556 Sh7: N 4521819; E 441598
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



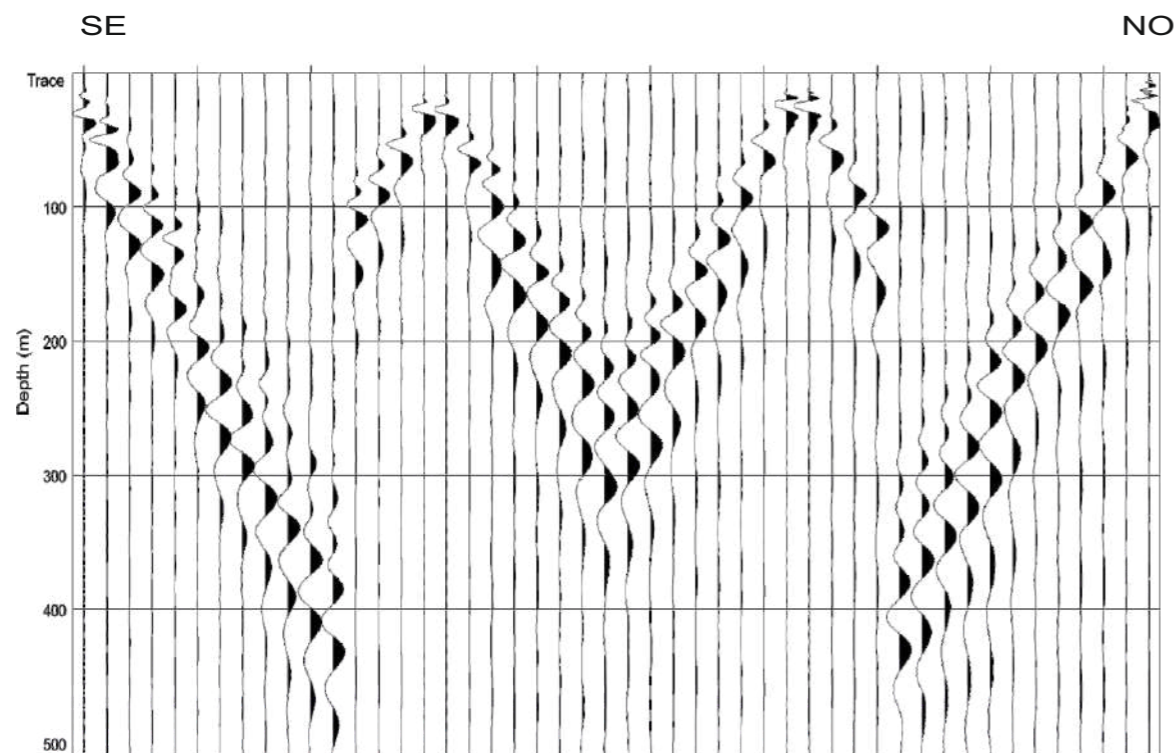
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_04a

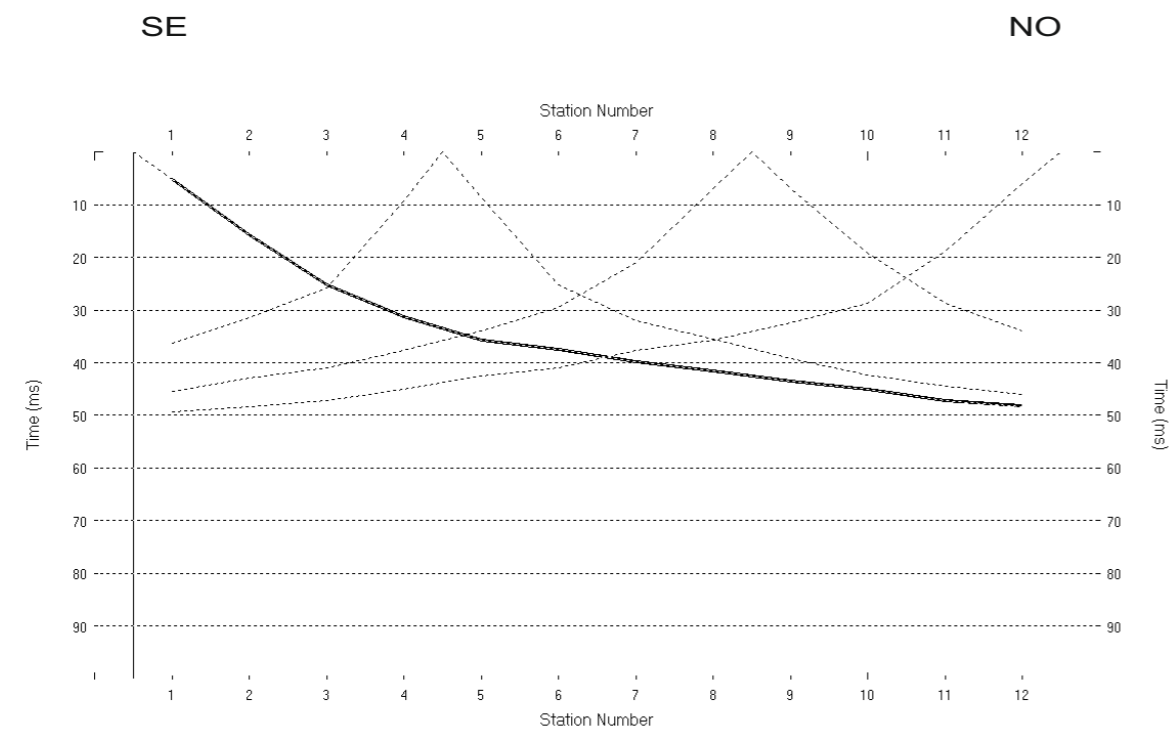
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

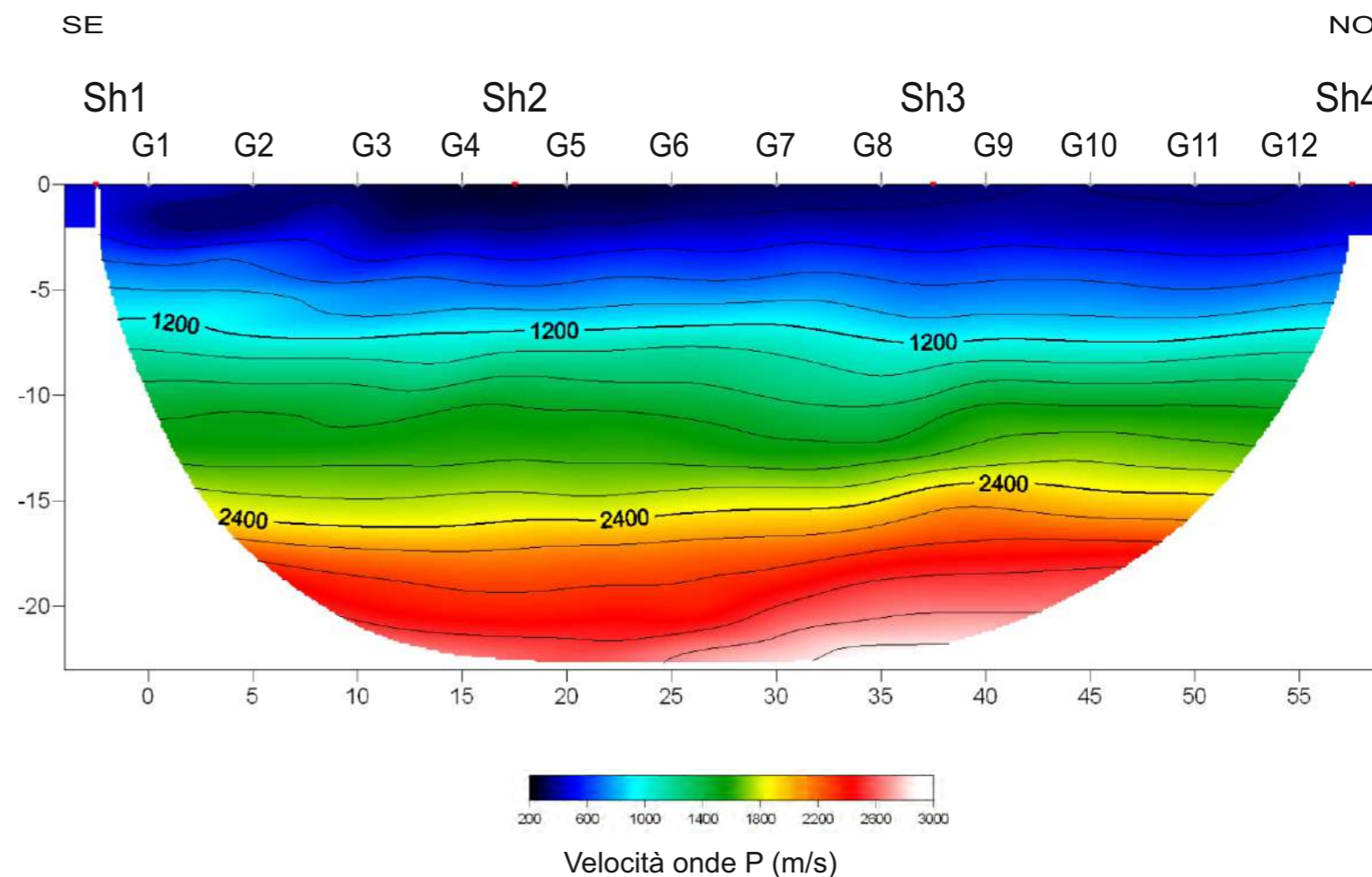
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521832; E 441766 Sh7: N 4521877; E 441807
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



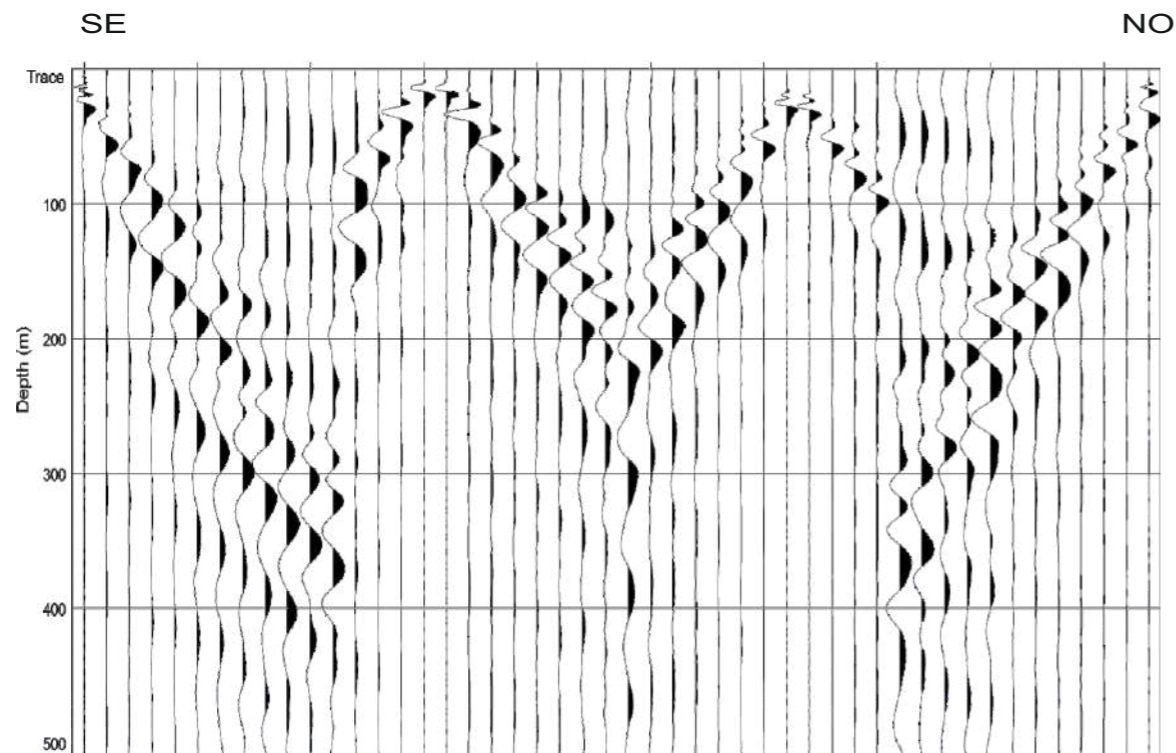
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_04b

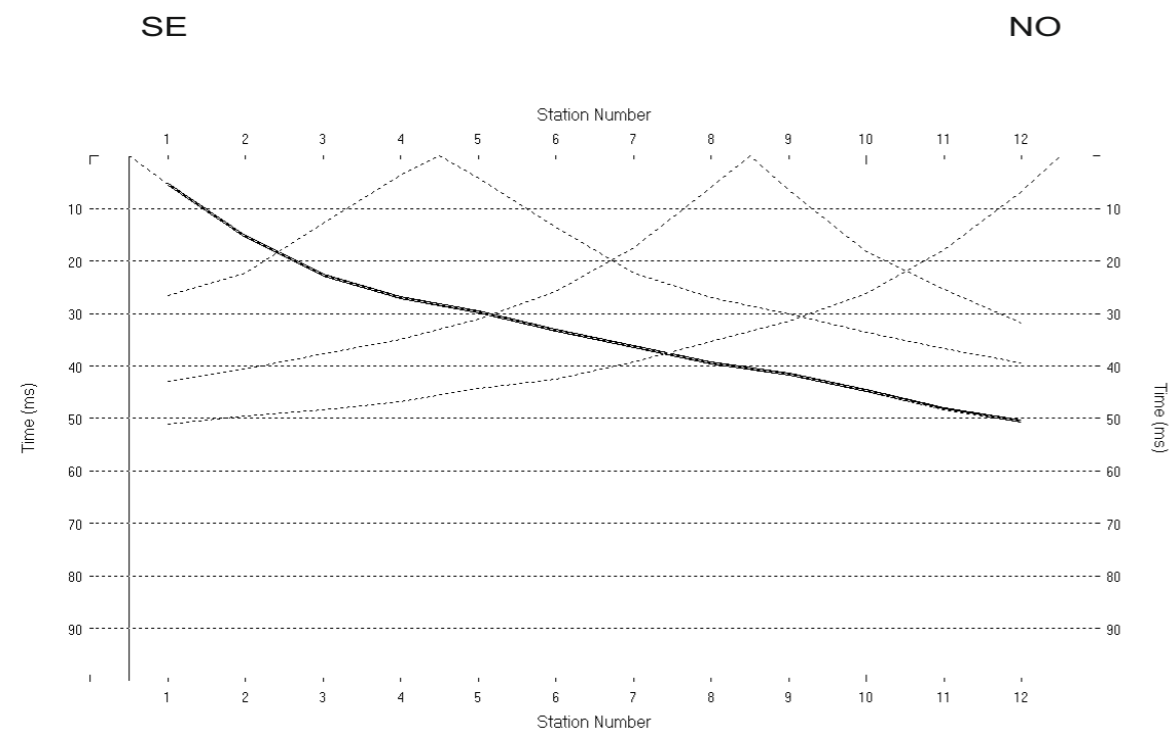
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

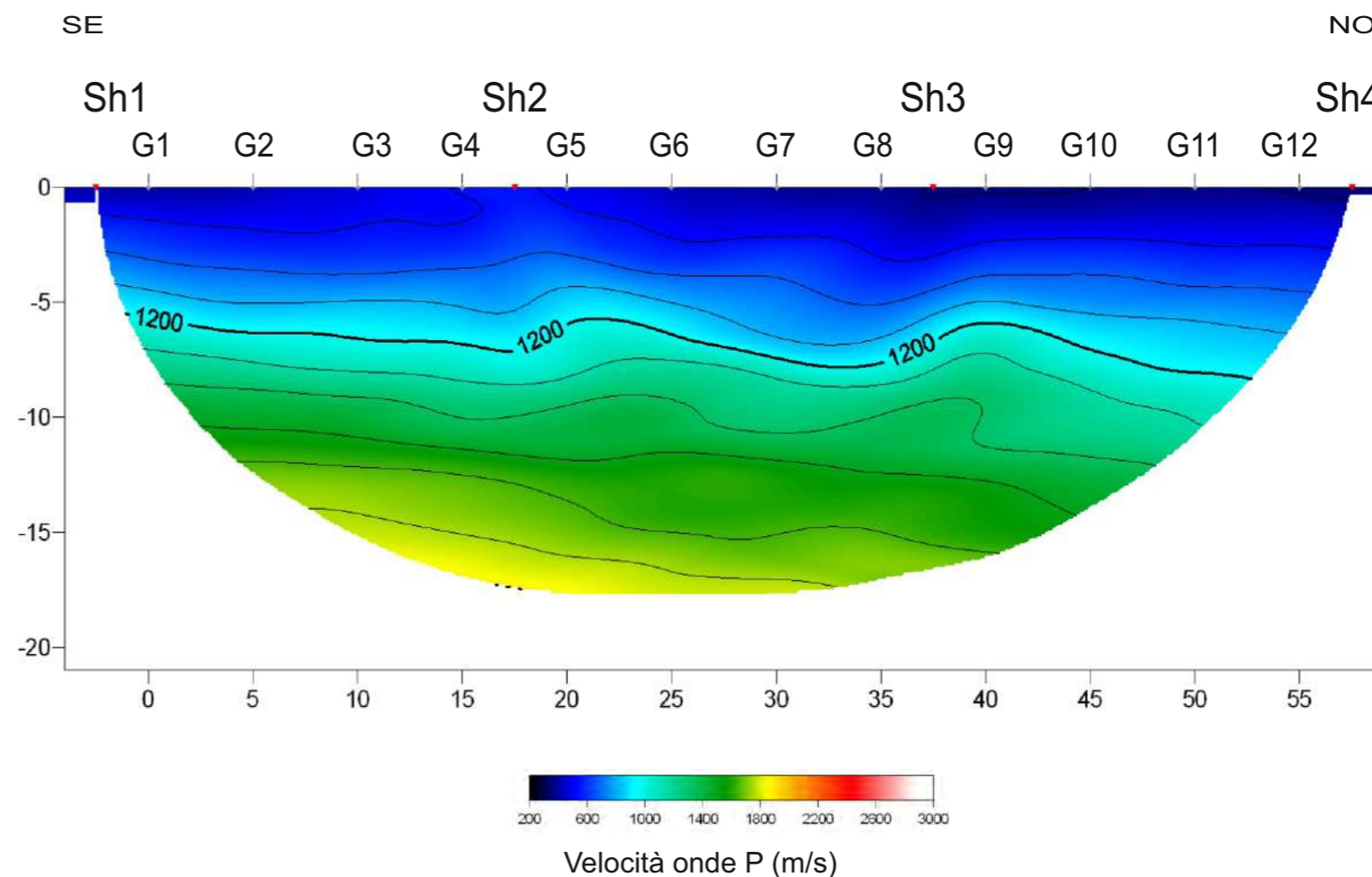
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521878; E 441807 Sh7: N 4521924; E 441847
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



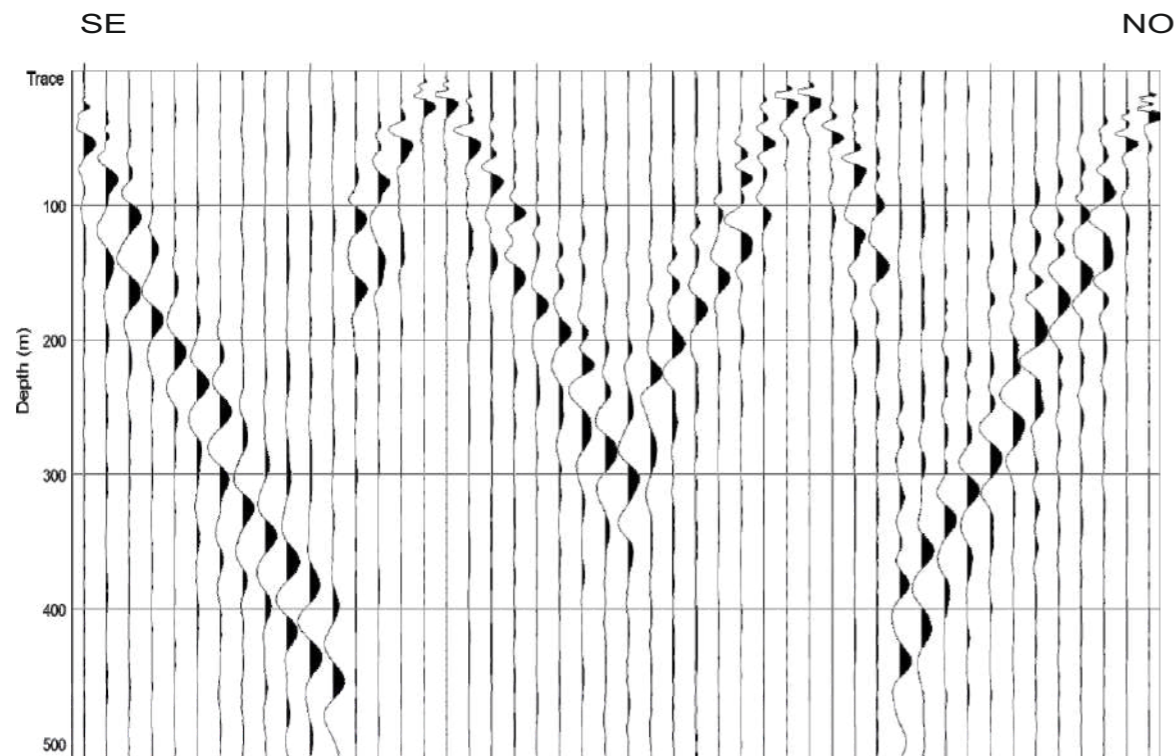
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_05a

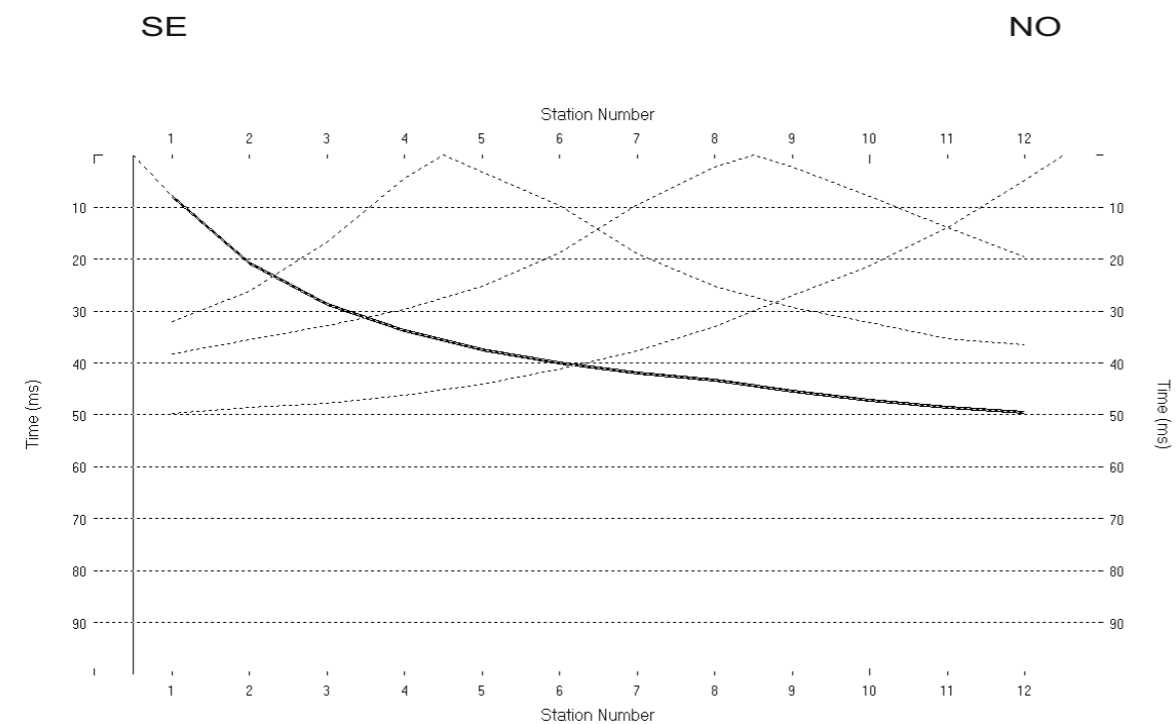
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

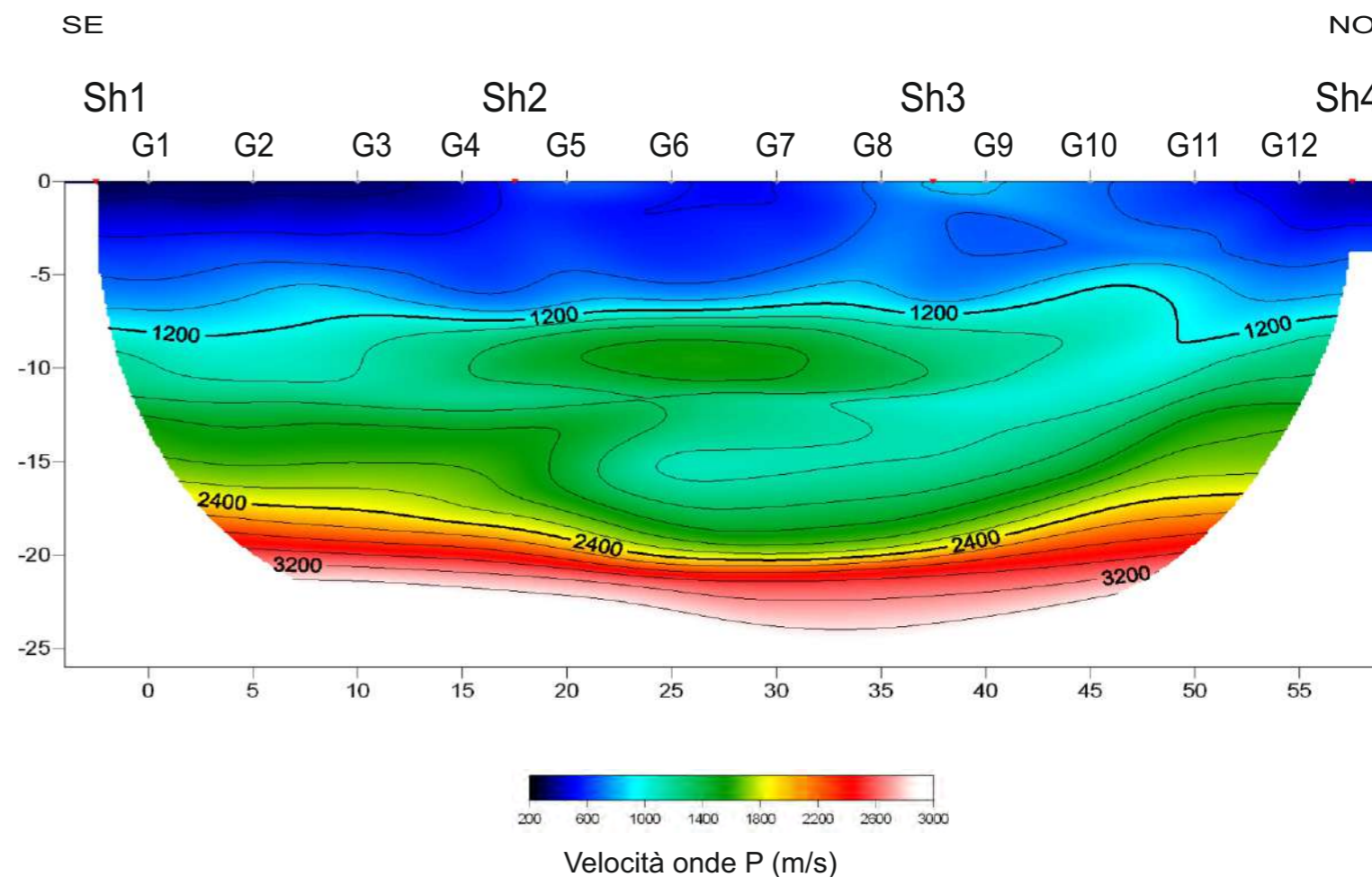
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521741; E 441683 Sh7: N 4521787; E 441723
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



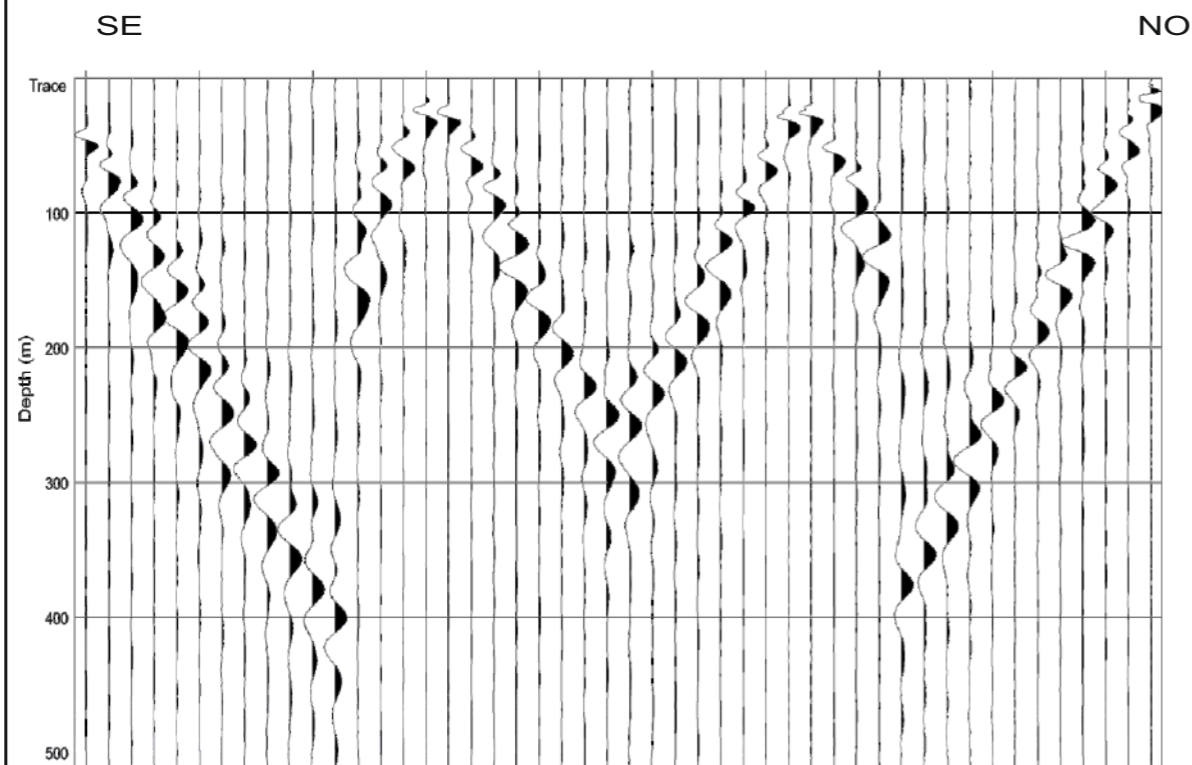
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_05b

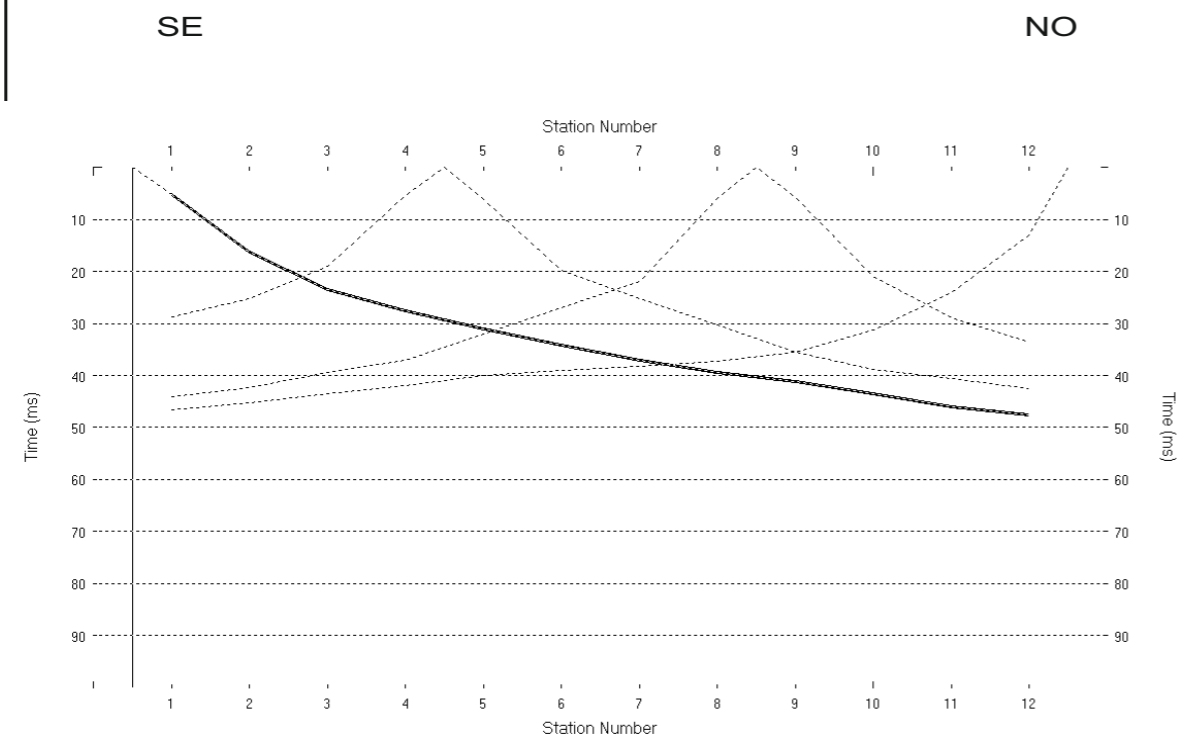
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

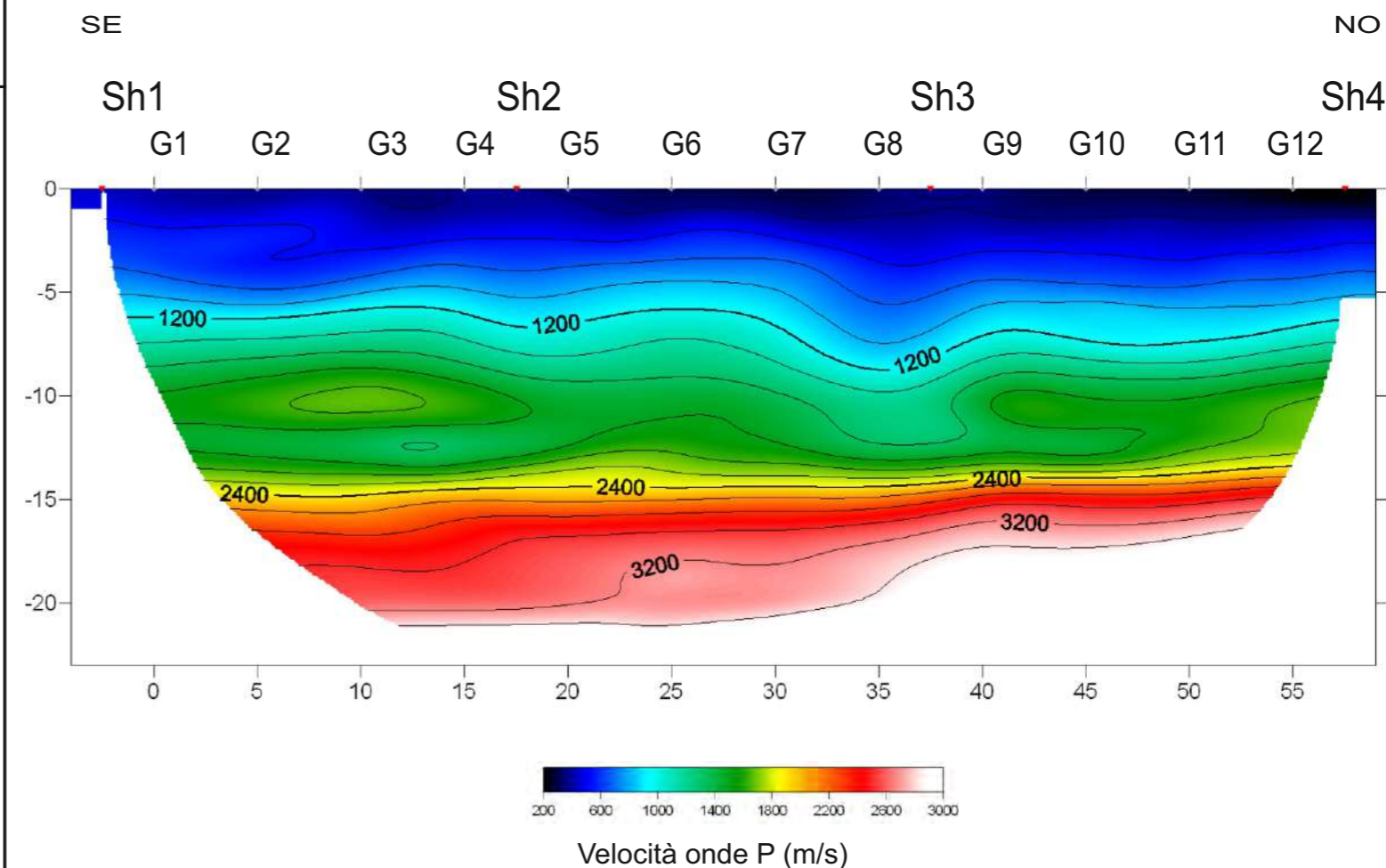
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521695; E 441641 Sh7: N 4521740; E 441683
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



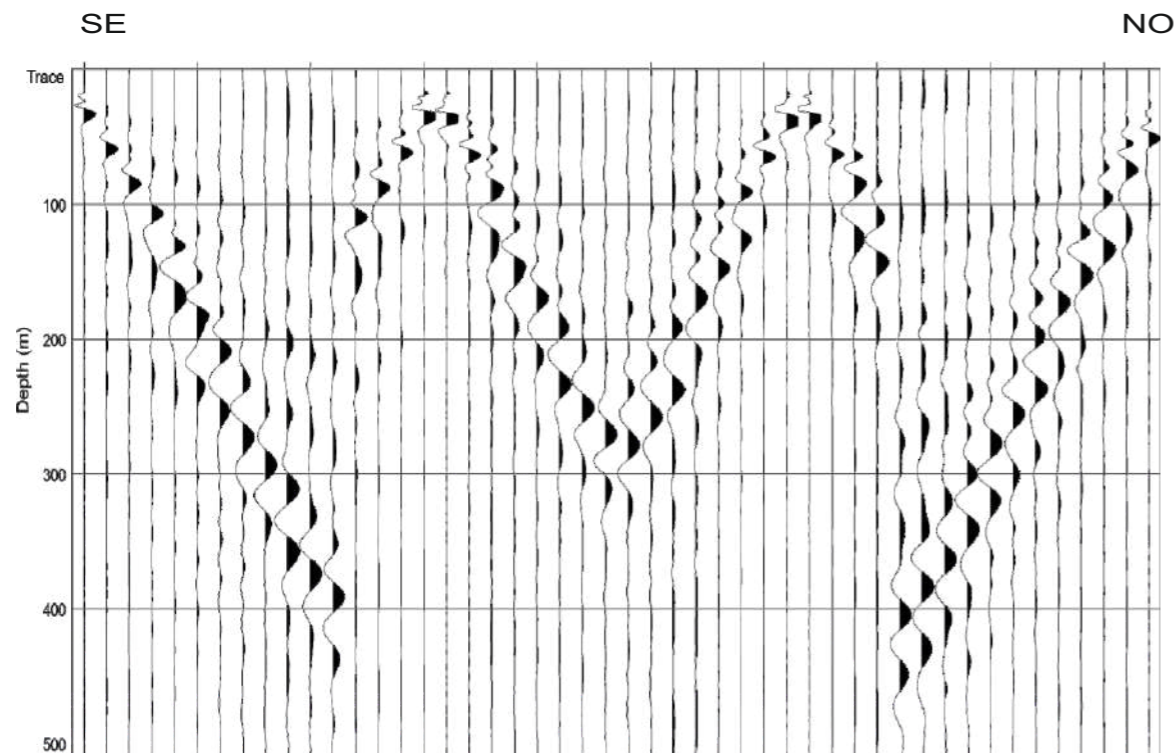
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_06a

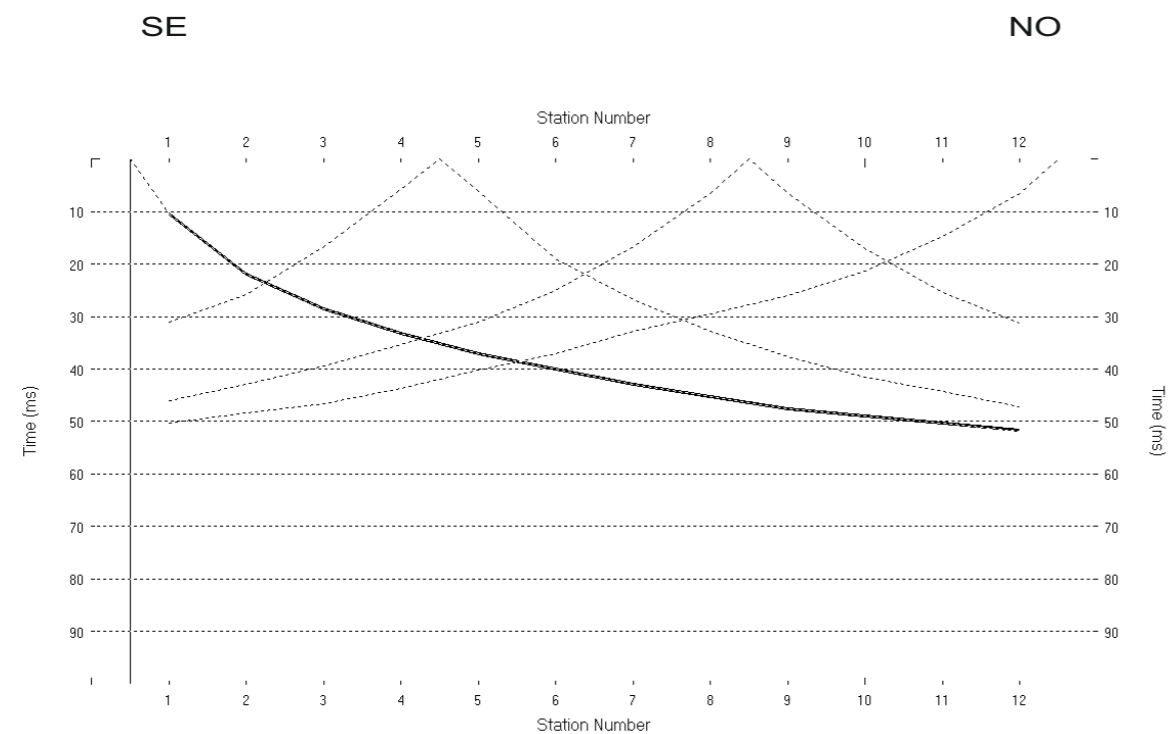
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

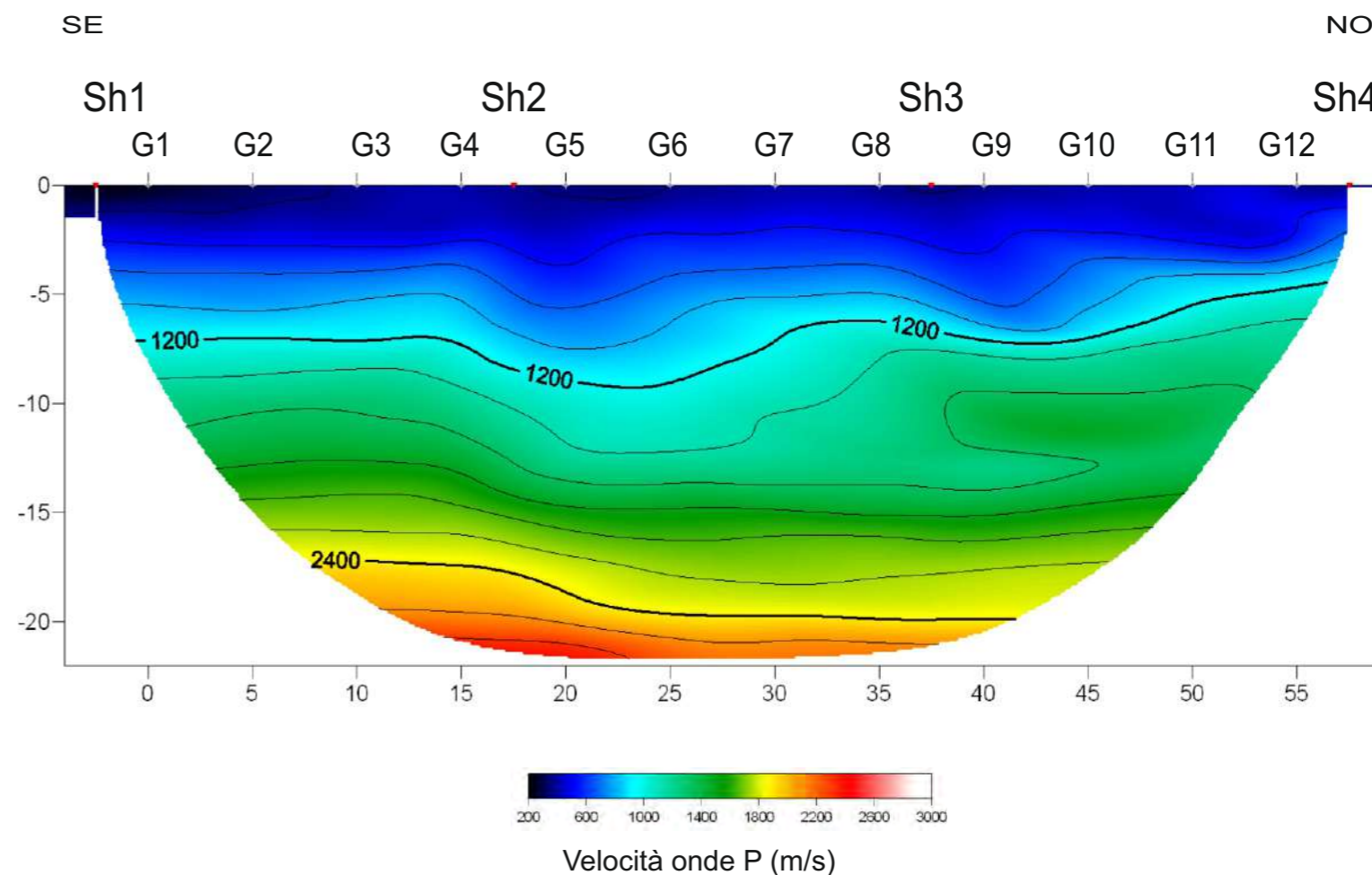
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521788; E 441726 Sh7: N 4521833; E 441769
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



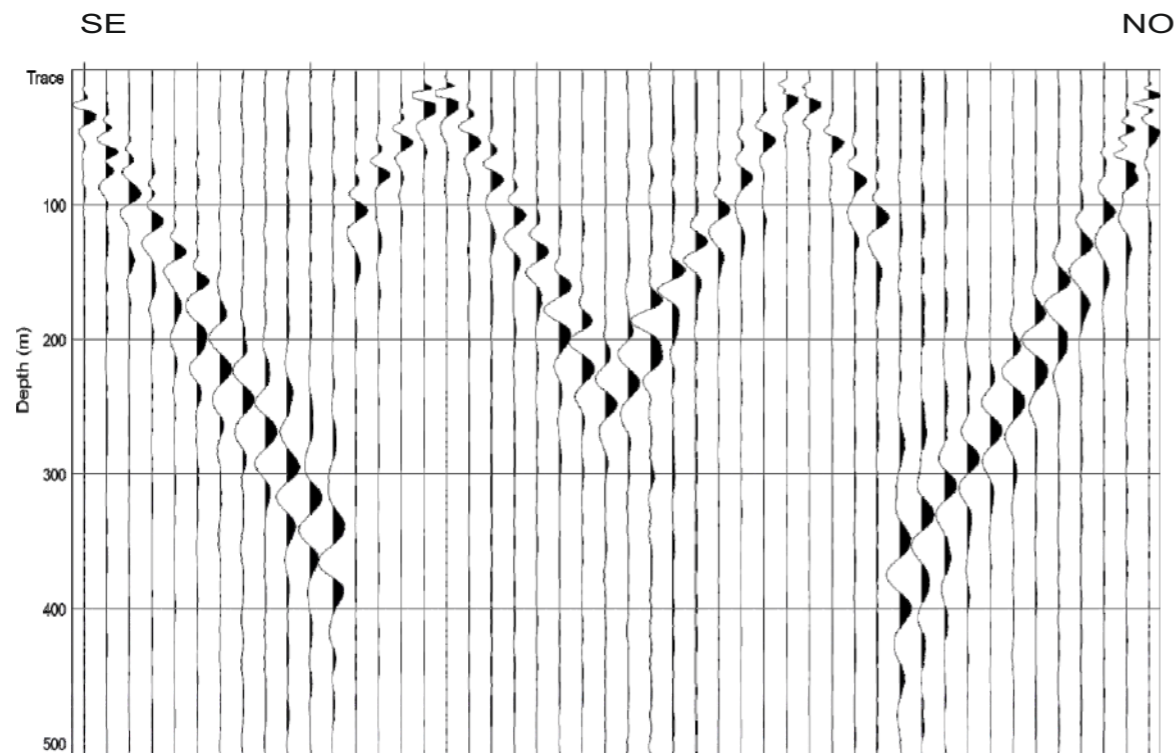
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_007_21_SRP_06b

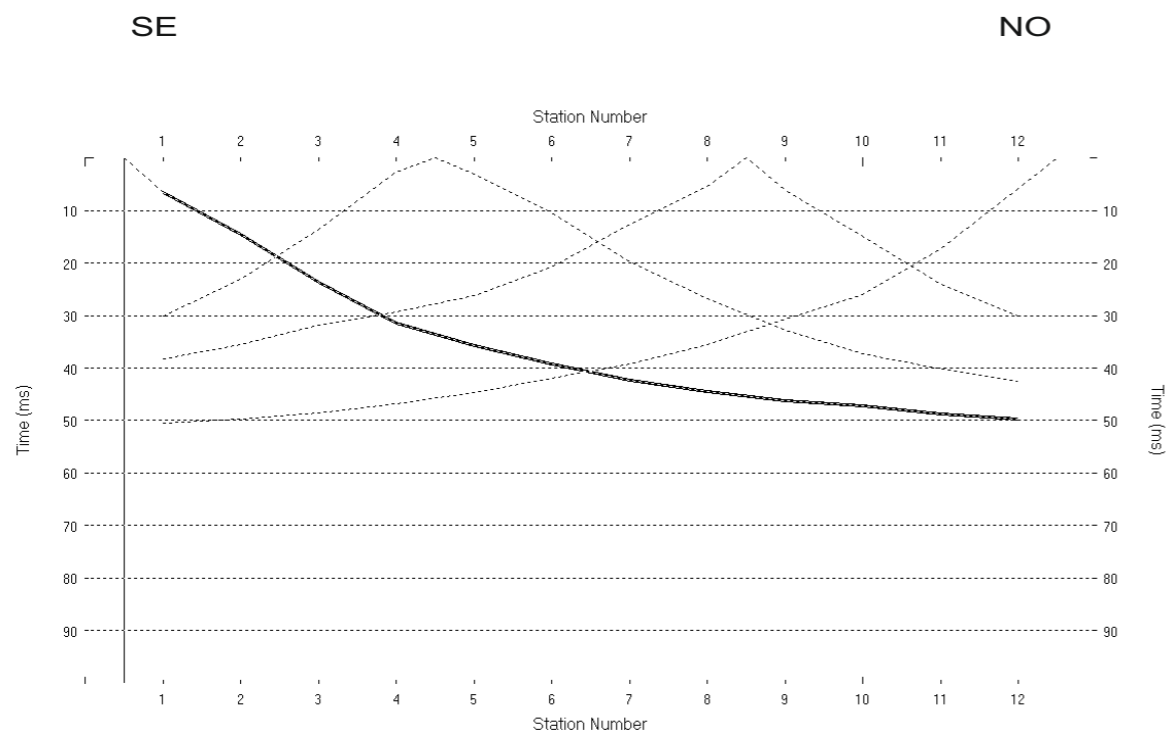
Committente: Lithos srl - Data Esecuzione: 22/05/2021 - Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

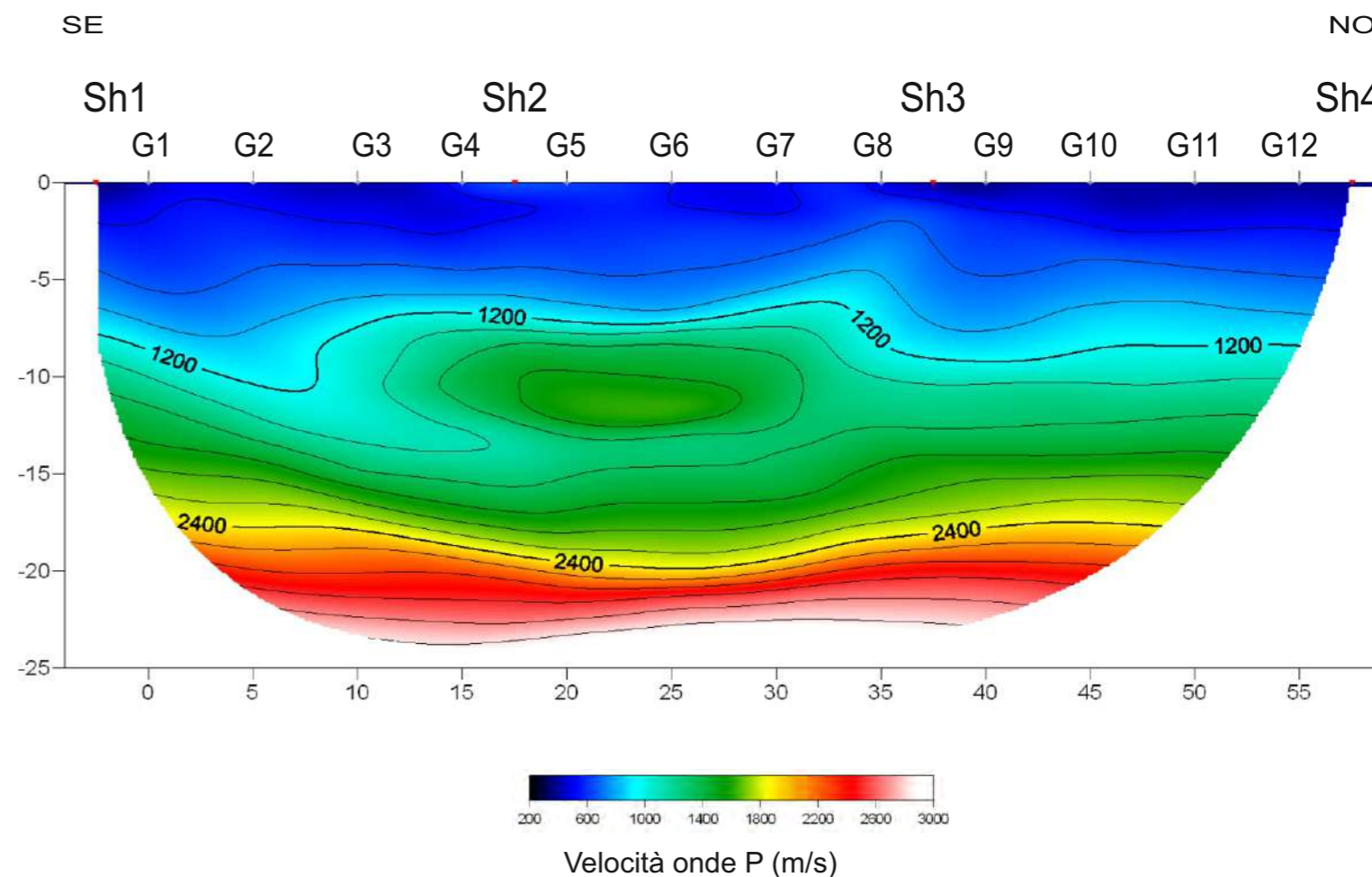
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	14.0 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	62.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 33N)	Sh1: N 4521647; E 441600 Sh7: N 4521694; E 441641
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



**COMUNE DI
SASSARI**

PROVINCIA DI SASSARI

**CENTRALE ELETTRICA DI FIUME SANTO
REALIZZAZIONE DI NUOVO GRUPPO**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI MASW

TAVOLA N°

3

N° PROFILI

1

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia



CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA MASW

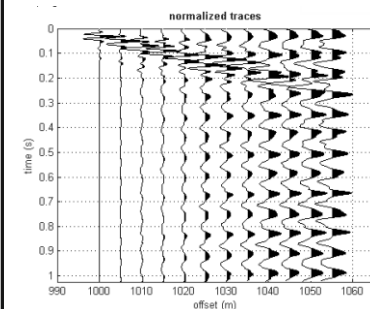
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche ed ambientali
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

Codice Certificato di prova: GS_007_21 - SM_01
Committente: Lithos srl
Data Esecuzione: 22/05/2021
Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

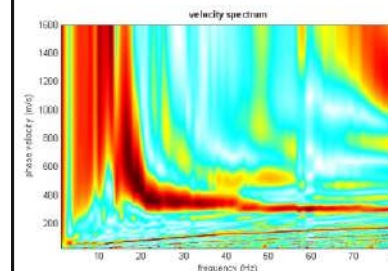
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	SM_01
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	57.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	G1: N 4521909; E 441681 G24: N 4521955; E 441722
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms
Superficie di esecuzione	terreno



SISMOGRAMMI



SPETTRO



DATI NUMERICI

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -35.1618 -5.30967
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -39.7716 -5.30967
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -47.4913 -5.30967
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -49.5174 -5.02661
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -38.2874 -5.02661
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -31.6574 -5.02661
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -34.4301 -5.02661
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -29.2711 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -32.9601 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -26.8741 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -35.3964 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -29.8169 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -30.9924 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -36.8789 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -32.2426 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -34.1702 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -29.2926 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -33.1435 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -32.1428 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -32.0907 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -31.4387 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -27.4858 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -33.8669 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -47.7989 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -45.8217 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -35.3844 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -49.1917 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -40.401 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -37.8254 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -36.5752 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -31.5039 -4.20168

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -41.4796 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -50.6572 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -44.0033 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -43.2897 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -37.8779 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -42.4048 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -44.3049 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -44.7267 -4.20168
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -37.0909 -4.20168

MEAN MODEL

VS (m/s): 250 352 348 505 781 959
 Thickness (m): 0.9 2.1 3.9 4.0 4.9

Fundamental mode

Mean model
 f(Hz) VR(m/s)
 10.5231 744.2669
 14.6635 668.2543
 15.6572 628.0104
 17.6447 510.885
 20.1289 419.9589
 22.1164 383.9229
 25.5943 351.832
 36.5252 321.2938
 50.1059 312.3669
 64.0178 307.2389
 74.783 302.6889

First higher mode

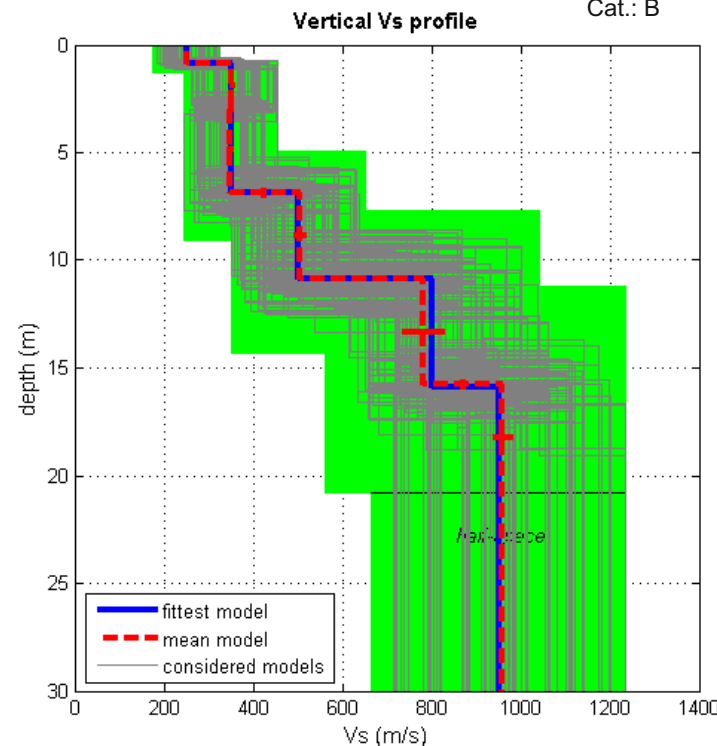
Mean model
 14.9948 758.3442
 17.8103 676.6433
 19.9633 652.361
 31.2254 579.0363
 36.3595 552.5348
 44.3092 511.1866

winMASW Standard
 Surface Wave Analysis

www.eliosoft.it

PROFILO DI VELOCITA' 1D Vs.eq (Vs15.8) = 452 m/s

Cat.: B

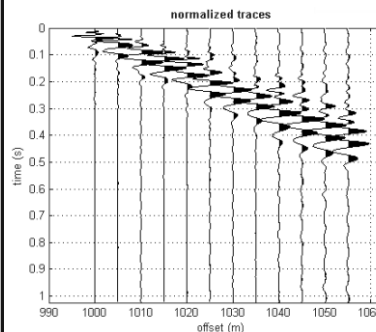


Codice Certificato di prova: GS_007_21 - SM_02
Committente: Lithos srl
Data Esecuzione: 22/05/2021
Località: Fiume Santo - Sassari (SS)

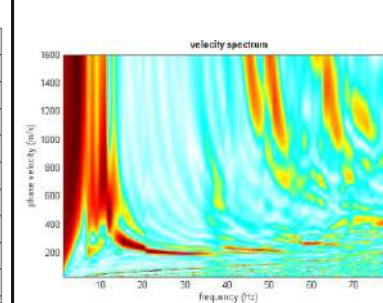
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	SM_01
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	12
N° scoppi	4
Lunghezza stendimento	57.5 m
Distanza intergeofonica	5.0 m
Orientazione stendimento	SE - NO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	G1: N 4521832; E 441766 G24: N 4521877; E 441807
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms
Superficie di esecuzione	terreno



SISMOGRAMMI



SPETTRO



DATI NUMERICI

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -31.2405 -6.32231
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -35.4617 -6.32231
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -38.8928 -6.32231
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -38.9711 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -30.521 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -29.24 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -25.7389 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -31.5236 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -30.3841 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -27.3308 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -26.1468 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -29.3057 -5.75175
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -34.3702 -5.63877
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -38.3737 -5.63877
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -35.0209 -5.63877
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -33.2549 -5.63877
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -33.7753 -5.63877
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -36.8335 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -36.6853 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -38.6693 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -32.903 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -38.747 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -37.0924 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -35.5338 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -41.55 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -44.1206 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -35.7584 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -34.1931 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -41.3644 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -35.2412 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -33.5066 -5.30158

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -39.5236 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -40.9248 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -37.6805 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -38.3193 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -36.5867 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -35.1284 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -38.3944 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -42.5001 -5.30158
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -45.4783 -5.30158

MEAN MODEL

VS (m/s): 190 200 306 403 764 939
Thickness (m): 1.4 2.5 4.2 5.4 9.3

Fundamental mode

Mean model	f(Hz)	VR(m/s)
6.3826	706.5073	
9.36373	553.6285	
11.848	445.9556	
14.8291	307.988	
18.1415	256.1359	
22.9444	219.0461	
33.7096	191.5105	
47.456	183.7334	

First higher mode

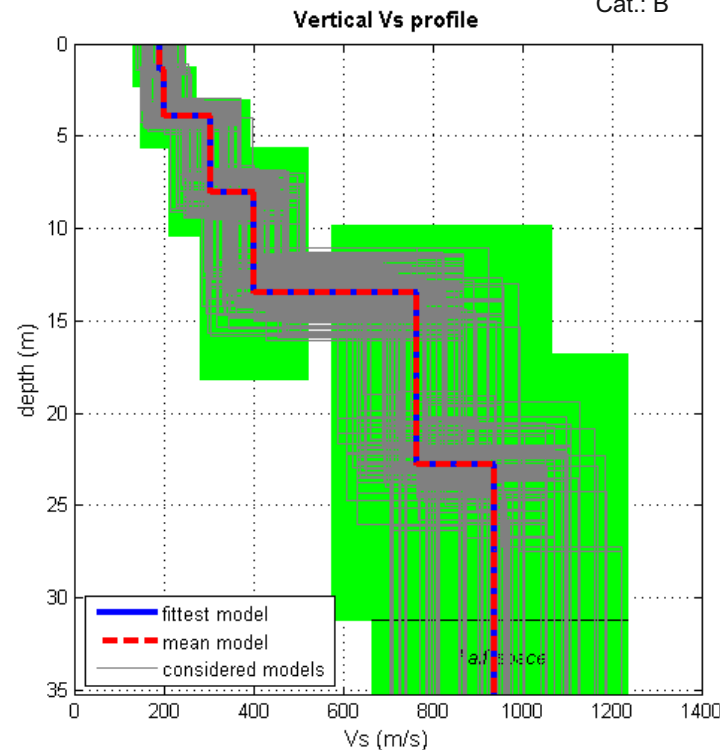
Mean model	f(Hz)	VR(m/s)
9.86059	699.702	
12.3449	475.0899	
17.8103	392.309	

winMASW Standard
Surface Wave Analysis

www.eliosoft.it

PROFILO DI VELOCITA' 1D Vs.eq (Vs22.8) = 385 m/s

Cat.: B



**COMUNE DI
SASSARI**

PROVINCIA DI SASSARI

**CENTRALE ELETTRICA DI FIUME SANTO,
REALIZZAZIONE DI NUOVO GRUPPO**

OGGETTO: SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

ALLEGATO N°

1

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

SISMOGRAFO Geometrics mod. StrataView R48

Processore	Pentium Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Numero canali	48
Display	Cristalli Liquidi VGA antiriflesso, 640 x 480
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 4.3 Gb
Risoluzione di acquisizione	24 bit
Stampante	DPU-411 thermal printer
Porte dati esterne	Rs232, stampante, tastiera
Sonde ambiente interne	Temperatura e umidità relativa
Protezioni interne	Termiche prevenzione e controllo surriscaldamenti (Warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2 SEG-Y
Connettori geofoni	2 Standard Bendix PT06-24-61S
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.)
Allarme	Di batteria scarica
Temperatura Funzionamento	-10°C + 40°C
Immagazzinaggio	- 55°C - 150°C
Umidità	5% - 90% non condensante
Dimensioni fisiche	(43 x 25 x 46 mm) -Box waterproof
Peso	da 14 a 18 Kg
Durata acquisizione	32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 24000,00 ms
Tempi di campionamento	31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000 µs
Filtri in acquisizione e uscita:	
- <i>Passo alto</i>	10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz
- <i>Passo basso</i>	250, 500, 1000 Hz
- <i>Notch</i>	50, 60, 150, 180 Hz

FUNZIONI SPECIALI

- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0 - 100 ms (step di 1 ms)
- Post-trigger: 0 - 10.000 ms (step di 1 ms)
- **Inversione di polarità**
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Visualizzazione vecchie acquisizioni
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Funzione **Correlatore** per utilizzo con sorgenti vibrazionali
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Funzione **Rollalong**
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Calibrazioni automatiche
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo segnale di ingresso: 300 mV, P-P
- Software interpretazione dati SIPQC incluso nel sistema

SPECIFICHE DI ACQUISIZIONE

Risoluzione 16 Bit reali

Guadagno = 1	97 dB
Guadagno = 5	101 dB
Guadagno = 10	105 dB
Guadagno = 20	105 dB
Guadagno = 50	105 dB
Guadagno = 100	105 dB

Larghezza di Banda 5KHz (qualunque guadagno)

Rumore di sistema

GUADAGNO	RUMORE DI SISTEMA (Compreso quello di quantizzazione)
- da 2 a 10	0.6 LSBrms
- 20	0.7 LSBrms
- 50	1.1 LSBrms
- 100	2.0 LSBrms

GEOFONI

Sonde geofoniche da foro n. 2 Geofoni triassiali 10 Hz collegati rigidamente a distanza di 1.0 m
n. 1 geofono triassiale mod. GEOSTUFF. BHG-3 orientazione automatica

Geofoni verticali

Quantità	n. 25
Marca	OYO-Geospace
Frequenza	14Hz

Geofoni verticali

Quantità	n. 25
Marca	PASI CDJ - Z 4.5
Frequenza	4.5 Hz

Geofoni orizzontali

Quantità	n. 25
Marca	MARK
Frequenza	14Hz

Geofono starter

ENERGIZZATORI

Per onde P - SH

Mazza da 8 Kg
Sistema a caduta libera con massa da 100 Kg
Sistema idraulico con massa accelerata semovente