

Comune di Usini

(Città Metropolitana di Sassari)

INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA

Lithos S.r.l. - Via Municipale, 92 - Tissi (SS) - cell. 3463514050 - e-mail: alessandro.muscas@lithos.srl - PEC: lithos@pec.geolithos.it

Tavola:

A_01

Elaborato:

Relazione sulle indagini
geognostiche e geofisiche

Pratica:

Revisione:

Data:

02/09/25

Consulenza:

Lithos S.r.l.
Dott. Geol. Alessandro Muscas

Il Committente:

Amministrazione Comunale di Usini



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE INDAGINI ESEGUITE	3
2.1	Sondaggio geognostico.....	3
2.2	Prove penetrometriche SPT	4
2.3	Pozzetti geognostici	4
2.4	Analisi chimiche di laboratorio.....	5
2.5	Indagini geofisiche.....	7

ALLEGATI ALLA PRESENTE

- Ubicazione indagini scala 1:2.000
- Stratigrafia sondaggio e foto cassetta catalogatrice
- Stratigrafie e foto pozzetti geognostici
- Certificati di laboratorio chimico
- Report geofisico

1 PREMESSA

Su commissione dell'Amministrazione Comunale di Usini, è stata eseguita una campagna d'indagini in seno al progetto *“INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)”*.

In particolare il focus delle indagini è stato quello di accertare le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e idrogeologiche dei terreni interessati dalle opere e le caratteristiche dei materiali di copertura nell'ottica di un riutilizzo come terre e rocce da scavo così come previsto dal DPR 120/2017.

A tale fine sono stati realizzati pozzetti geognostici, sondaggio verticale, prove in situ, analisi chimiche di laboratorio e stendimenti geofisici in sismica a rifrazione.

2 DESCRIZIONE INDAGINI ESEGUITE

2.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Prima di procedere con l'esecuzione dei sondaggi si è provveduto ad una preventiva ricerca dei sottoservizi, con l'ausilio di mappe di dettaglio.

Il sondaggio, identificato con la sigla S_01 e ubicato come da planimetria allegata, è stato spinto sino a profondità di 5,00 m dal p.c. in considerazione del rinvenimento del substrato marnoso miocenico.

Per le operazioni di trivellazione è stata impiegata una sonda idraulica cingolata modello Beretta T44 con le seguenti dotazioni tecniche:

- carotiere semplice con corone in widia di diametro Ø 101 mm
- aste di perforazione con filettatura tronco-conica di diametro Ø 76 mm,
- rivestimenti provvisori di diametro Ø 127 mm

L'avanzamento è avvenuto a rotazione con carotaggio continuo procedendo a basse velocità di rotazione del campionatore per evitare fenomeni di surriscaldamento, senza perdite di oli, lubrificanti ed altre sostanze dai macchinari e da tutte le strumentazioni utilizzate durante le diverse fasi di lavoro.



Figura 1 – Esecuzione sondaggio

Progressivamente all'avanzamento dei sondaggi è stata acquisita la documentazione e proceduto nell'immediato all'esame dei terreni estratti compilando appositi logs stratigrafici ove sono state riportate le seguenti informazioni:

- denominazione del cantiere;
- data inizio e fine perforazione;

- metodo di perforazione;
- sequenza litologica e relativa descrizione;
- presenza di eventuale falda acquifera e relativa profondità;

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici, contrassegnate con la sigla del sondaggio, la denominazione del cantiere e la data di esecuzione.



Figura 2 – cassetta catalogatrice sondaggio

2.2 PROVE PENETROMETRICHE SPT

Durante la perforazione è stata eseguita una prova penetrometrica SPT alla quota di -1,00 m che ha fornito come esito “rifiuto strumentale” confermando la natura litoide o semi/litoide del substrato marnoso miocenico già nelle porzioni più superficiali:

ID	Prof inizio	N1	N2	N3	Tipologia terreno
SPT1	-1,00 m	32	50x10cm	--	Marne alterate

Tabella 1 – tabella esiti prove SPT

2.3 POZZETTI GEOGNOSTICI

Sono stati realizzati tre pozzetti geognostici, per mezzo di un escavatore con benna, ubicati in corrispondenza del tracciato in progetto

Le perforazioni hanno raggiunto profondità di circa 2,00 m dal piano campagna e hanno consentito il prelievo di campioni per analisi chimiche.



Figura 3 – esecuzione pozzetti geognostici

2.4 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Nel corso della realizzazione dei pozzetti geognostici sono stati prelevati 6 campioni di terreno nell'ambito dell'eventuale riutilizzo di terre e rocce da scavo così come previsto dal DPR 120/2017. I campioni sono stati composti dalla miscelazione delle diverse aliquote di terreno provenienti dai tratti 0÷1m e 1÷2m di profondità di ogni pozzetto.

Ogni campione è stato contenuto in idonei contenitori etichettati e sigillati ed il trasporto al laboratorio è avvenuto in ambiente refrigerato.

Secondo quanto riportato nell'Allegato 4 del DPR n°120 del 2017 *“Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché’ di possibili apporti antropici legati all’esecuzione dell’opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.”*

Data la sostanziale assenza di attività pregresse potenzialmente inquinanti nel sito in oggetto si è ritenuto ampiamente sufficiente applicare un pacchetto analitico limitato ai metalli, agli idrocarburi e all'amianto, di seguito elencati:

Metalli	Arsenico, cadmio, cobalto, nichel, piombo, rame, zinco, mercurio, cromo totale, cromo VI
Idrocarburi	Idrocarburi C>12
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici
Amianto	Amianto

Tabella 2 - Set analitico campioni di terreno

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A (siti ad uso verde Pubblico e Residenziale), Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte dal laboratorio accreditato *Laboratorio Leonardi S.A.S.* di Porto Torres mediante metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Tutti i valori dei parametri analizzati sono risultati ben al di sotto dei limiti di legge così come evidenziato nella tabella seguente.

Codice Attività Punto di prelievo Descrizione Data prelievo	CSC - Colonna 1-A Allegato 5, Titolo V, Parte IV D.Lgs n.152/2006	LITRL25/892	LITRL25/893	LITRL25/894	LITRL25/895	LITRL25/896	LITRL25/897
		Terreni	Terreni	Terreni	Terreni	Terreni	Terreni
		P_01		P_02		P_03	
		P_01C1	P_01C2	P_02C1	P_02C2	P_03C1	P_03C2
		08/04/2025	08/04/2025	08/04/2025	08/04/2025	08/04/2025	08/04/2025
METALLI							
arsenico (mg/kg s.s.)	20	3,2	2,3	< 2	< 2	2,8	< 2
cadmio (mg/kg s.s.)	2	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
cobalto (mg/kg s.s.)	20	4,4	4,4	3,8	4,7	3,6	3,0
nicel (mg/kg s.s.)	120	18,3	18,8	15,3	18,9	16,7	17,1
piombo (mg/kg s.s.)	100	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
rame (mg/kg s.s.)	120	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12
zinco (mg/kg s.s.)	150	37,3	33,9	29,3	36,8	29,3	24,1
mercurio (mg/kg s.s.)	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
cromo totale (mg/kg s.s.)	150	28,5	31,8	20,9	25,9	28,5	28,2
cromo esavalente (mg/kg s.s.)	2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
AROMATICI							
benzene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
etilbenzene [20] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
stirene [21] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
toluene [22] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
meta-xileni [23] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
sommatoria organici aromatici [da 20 a 23] (mg/kg s.s.)	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
IDROCARBURI							
idrocarburi pesanti C superiore a 12 (mg/kg s.s.)	50	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
IPA							
benzo (a) antracene [25] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (a) pirene [26] (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (b) fluorantene [27] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (k) fluorantene [28] (mg/kg s.s.)	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo (g, h, i) perilene [29] (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
crisene [30] (mg/kg s.s.)	5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,e)pirene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,l)pirene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,i)pirene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,h)pirene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(a,h)antracene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene (mg/kg s.s.)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pirene (mg/kg s.s.)	5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
sommatoria policiclici aromatici (mg/kg s.s.)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
AMIANTO							
amianto (SEM) (mg/kg s.s.)	1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000

Tabella 3 - Esiti analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno

2.5 INDAGINI GEOFISICHE

Sono state effettuate delle indagini geofisiche finalizzate 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. (vedi report geofisico allegato).

Le prove sismiche sono state effettuate all’interno di un’area cortilizia privata, in asse con il tracciato in microtunneling previsto.

Nello specifico sono state svolte le seguenti indagini sismiche:

- N. 1 profilo sismico bidimensionale a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P di lunghezza pari a 24 m;
- N. 1 profilo sismico Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) monodimensionali con elaborazione profilo in onde S.



Figura 4 – Stendimento in sismica a rifrazione eseguito

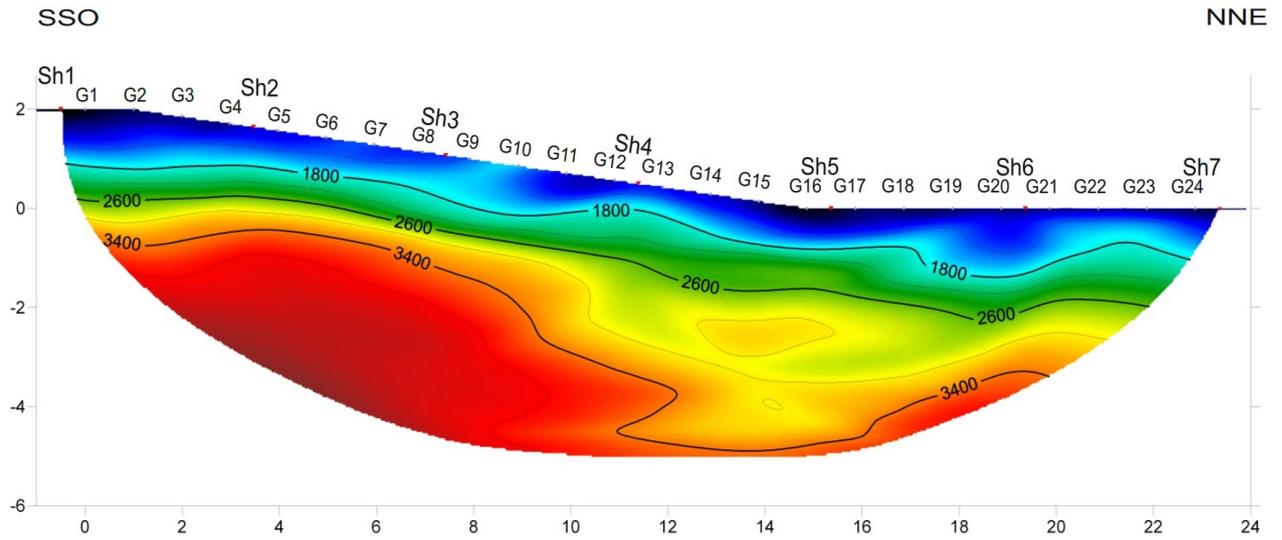


Figura 5 – Profilo 2D sismica a rifrazione

$V_{s.eq} (V_{s30}) = 676 \text{ m/s}$

Categoria di Sottosuolo = B

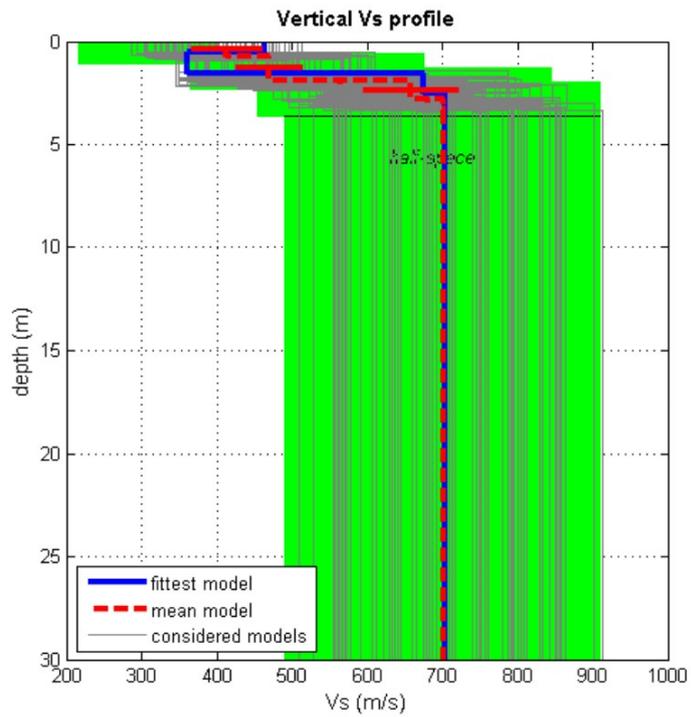


Figura 6 – Profilo verticale MASW

(vedi report allegato)

TAV. 01 - UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA:

-  Stendimento sismico in tecnica Tomografica e MASW
-  Pozzetti geognostici
-  Sondaggio geognostico

 Condotta in progetto

STRATIGRAFIA SONDAGGIO E FOTO CASSETTA CATALOGATRICE

INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)

Committente Comune di Usini	Cantiere Realizzazione condotta	Sondaggio S_01	Data 04/04/2025
Geologo assistente alle indagini geol. Lorenzo Falzoi	Tipo Carotaggio Continuo - Geotecnico	Quota P.C. 187,00	Coordinate Geografiche WGS 84 40°40'4.64" N – 8°32'7.81" E

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	RQD	S.P.T.	Campioni	Carotiere	Piezometro	Falda
		Suolo sabbioso limoso con radici, asciutto, colore bruno	0.40						
1					SPT1 N=32/50x10cm 1.00 PC				
2		Marne alterate tenere, stratificate, leggermente umide, di colore giallastro. presenza di livelli maggiormente competenti con maggiore frazione carbonatica. (<i>Formazione di Borutta - RTU</i>)		N.D.			S		
3			3.50						
4		Come sopra ma con grado di cementazione leggermente superiore. Presenza sulla parte finale di maggiore componente carbonatica	5.00	N.D.					

Quota stabilizzazione falda dal p.c. (m): ND	Altezza boccapozzo dal p.c.(m): /	Diametro piezometro (pollici): /
--	-----------------------------------	----------------------------------

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

STRATIGRAFIE E FOTO POZZETTI GEOGNOSTICI

INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)

Committente Comune di Usini	Cantiere REALIZZAZIONE CONDOTTA - USINI	Pozzetto P_01	Data 08/04/2025
Geologo rilevatore Lorenzo Falzoi	Metodo perforazione Escavatore con benna	Quota P.C. 193,20	Coordinate Geografiche 40° 40.0935'N - 8° 32.0320'E

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	Falda
		Suolo sabbioso limoso con sporadici clasti di natura calcarea colore marrone nocciola, asciutto.	0.80	P_01_C1	
1		Sabbie argillose con presenza di carbonati che formano aggregati poliedrici decimetrici, asciutte, colore grigio-marrone.	2.00	P_01_C2	
2					
3					

Quota stabilizzazione falda dal p.c. (m): Non Rilevata

Note:

Pozzetto P_01



Committente Comune di Usini	Cantiere REALIZZAZIONE CONDOTTA - USINI	Pozzetto P_02	Data 08/04/2025
Geologo rilevatore Lorenzo Falzoi	Metodo perforazione Escavatore con benna	Quota P.C. 187,46	Coordinate Geografiche 40° 40.0580'N - 8° 32.1586'E

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	Falda
		Suolo sabbioso limoso con sporadici clasti di natura calcarea colore marrone nocciola, asciutto.	0.70	P_02_C1	
1		Marne siltose alterate, colore grigio-marrone, umide. Tenere fino a 1,50 m. leggermente più dure oltre tale profondità	1.50	P_02_C2	
2					
3					

Quota stabilizzazione falda dal p.c. (m): Non Rilevata

Note:

Pozzetto P_02



INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)

Committente Comune di Usini	Cantiere REALIZZAZIONE CONDOTTA - USINI	Pozzetto P_03	Data 08/04/2025
Geologo rilevatore Lorenzo Falzoi	Metodo perforazione Escavatore con benna	Quota P.C. 180,79	Coordinate Geografiche 40° 40.0749'N - 8° 32.2555'E

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	Falda
1		Suolo sabbioso limoso con abbondanti clasti di natura calcarea colore marrone nocciola, asciutto.	0.60	P_03_C1	
		Marne siltose alterate, colore marrone chiaro, asciutte.	1.30	P_03_C2	
2					
3					

Quota stabilizzazione falda dal p.c. (m): Non Rilevata

Note:

Pozzetto P_03



CERTIFICATI LABORATORIO CHIMICO



Prot. 25R N°: 712

Rapporto di prova n. 712

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/892**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_01C1**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: **TARIFFARIO IN USO**

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: **A CURA DEL COMMITTENTE**

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: **A CURA DEL COMMITTENTE**

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,2		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,7		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,4		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	18,3		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	37,3		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	28,5		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBUTI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 712

Rapporto di prova n. 712

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/892**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
		AMIANTO							
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni – Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 25R N°: 713

Rapporto di prova n. 713

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/893**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_01C2**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: **TARIFFARIO IN USO**

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: **A CURA DEL COMMITTENTE**

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: **A CURA DEL COMMITTENTE**

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	2,3		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,6		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,4		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	18,7		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	33,9		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	31,8		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBUTI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 713

Rapporto di prova n. 713

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/893**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
		AMIANTO							
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni – Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 25R N°: 714

Rapporto di prova n. 714

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/894**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_02C1**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: TARIFFARIO IN USO

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: 0

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	< 2,0		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,4		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,8		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	15,3		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	29,3		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	20,9		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBURI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 + EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 714

Rapporto di prova n. 714

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/894**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
AMIANTO									
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista



Prot. 25R N°: 715

Rapporto di prova n. 715

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/895**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_02C2**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: TARIFFARIO IN USO

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: 0

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	< 2,0		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,4		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,7		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	18,9		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	36,8		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	25,9		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBURI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 715

Rapporto di prova n. 715

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/895**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
		AMIANTO							
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista



Prot. 25R N°: 716

Rapporto di prova n. 716

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/896**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_03C1**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: TARIFFARIO IN USO

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: 0

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	2,8		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,5		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,6		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	16,7		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	29,3		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	28,5		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBUTI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 716

Rapporto di prova n. 716

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/896**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
AMIANTO									
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 25R N°: 717

Rapporto di prova n. 717

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

INIZIO PROVE: 08/04/2025

ID: **LITRL25/897**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova puo' essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non puo' essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **P_03C2**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **N.D.**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 0,5

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: TARIFFARIO IN USO

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: 0

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
15/4/25	15/4/25	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	< 2,0		20	50
15/4/25	15/4/25	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,5		2	15
15/4/25	15/4/25	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,0		20	250
15/4/25	15/4/25	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	17,1		120	500
15/4/25	15/4/25	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
15/4/25	15/4/25	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	600
15/4/25	15/4/25	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	24,1		150	1500
15/4/25	15/4/25	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
15/4/25	15/4/25	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	28,2		150	800
15/4/25	15/4/25	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
AROMATICI									
8/4/25	8/4/25	Benzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	2
8/4/25	8/4/25	Etilbenzene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Stirene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Toluene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	meta-Xilene	EPA 5021 + EPA 8260	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	50
8/4/25	8/4/25	Sommatoria Aromatici	EPA 5021 + EPA 8260	0,1	mg/Kg	< 0,10		1,0	100
IDROCARBUTI TOTALI									
15/4/25	15/4/25	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	10	mg/Kg	< 10,0		50	750
AROMATICI POLICICLICI (IPA)									
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(a)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(b)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(k)fluorantene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,5	10
15/4/25	15/4/25	Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Crisene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10



Prot. 25R N°: 717

Rapporto di prova n. 717

Data : 16/04/2025

COMMITTENTE: **LITHOS SRL**

ID: **LITRL25/897**

DATA RICEVIMENTO: 08/04/2025

INIZIO PROVE: 08/04/2025

FINE PROVE: 15/04/2025

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	10
15/4/25	15/4/25	Indeno(1,2,3,c,d)pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		0,1	5
15/4/25	15/4/25	Pirene	EPA 3540 + EPA 8270	0,01	mg/Kg	< 0,01		5,0	50
15/4/25	15/4/25	Sommatoria Policiclici Aromatici	EPA 3540 + EPA 8270	1	mg/Kg	< 1,0		10,0	100
AMIANTO									
15/4/25	15/4/25	Amianto	D.M. 6/09/1994 - FTIR	1000	mg/Kg	< 1000		1000	1000

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attivita' di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

REPORT GEOFISICO



REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI USINI

**INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO
ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI**

Codice Pratica GS_15_2025		Committente Lithos S.r.l.	Data Luglio 2025
Pagine	9		
Tavole	3		
Allegati	1		

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

DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

TECNICI SPERIMENTATORI

Dott. Geol. Lorenzo Falzoi

Dott. Geol. Mario Alberto Antonini

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
2.2 Tecniche di indagine	4
2.2.1 Sismica a rifrazione.....	4
2.2.2 Tecnica Masw	5
2.3 Approccio analitico	5
2.3.1 Analisi tomografia sismica.....	5
2.3.2 Analisi Masw	6
3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE.....	7
3.1 Elaborazione prove sismica attiva.....	7
4. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	8
4.1 Categoria di sottosuolo.....	8

Tavole:

Tavola 1	Ubicazione delle indagini Foto satellitare Google Earth scala 1:500
Tavola 2	Certificati indagini sismica a rifrazione
Tavola 3	Certificati indagini MASW

Allegati:

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

1. PREMESSA

Su commissione di Lithos S.r.l., nell'ambito del progetto di "INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI (SS)", è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla caratterizzazione sismica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismostratigrafici del sottosuolo, 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. 1 profilo sismico a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P;
- N. 1 profilo Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves);

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 un sismografo PASI 16S24 (mod.2007) con risoluzione di acquisizione 16bit (24bit con sovracampionamento e post processing) 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 il profilo a rifrazione sono stati eseguiti 7 punti di energizzazione (due agli estremi, posti ad una distanza pari alla metà della distanza intergeofonica, e cinque all'interno del profilo), mentre per il profilo 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 stata utilizzata una mazza da 8 Kg che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato (Fig. 2.1/A e Fig.2.1/B).

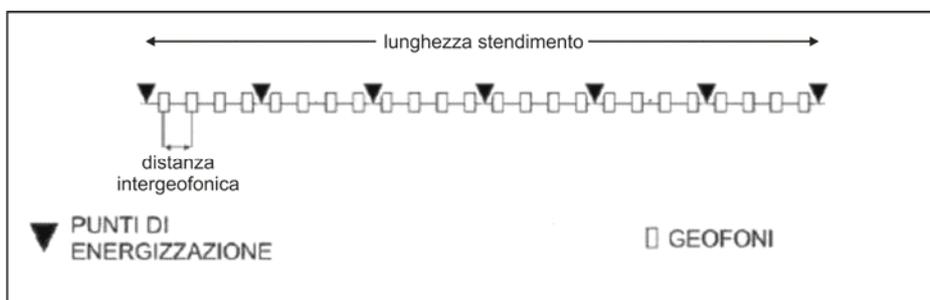


Fig.2.1/A - schema sismica a rifrazione

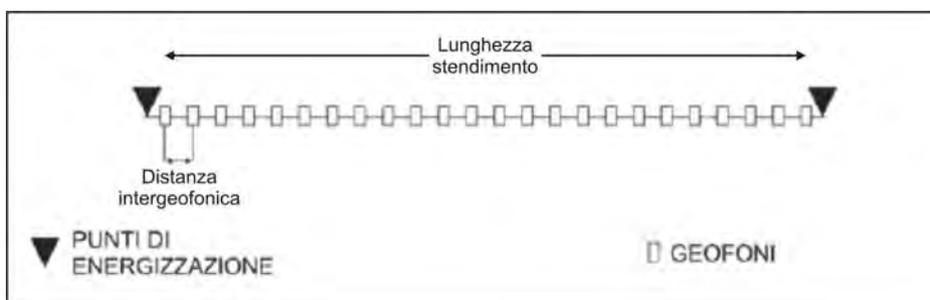


Fig.2.1/B - schema sismica MASW

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

PROFILO	Tecnica di indagine	lunghezza stendimento (m)	distanza intergeofonica (m)	orientazione stendimento	durata acquisizione (s)	tempo di campionamento (ms)
SRP_01	Tomografia sismica in onde P	24.0	1.0	SSO - NNE	1.0	0.250
SM_01	Sismica in tecnica MASW	23.0	1.0	SSO - NNE	1.0	0.250

2.2 Tecniche di indagine

2.2.1 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.

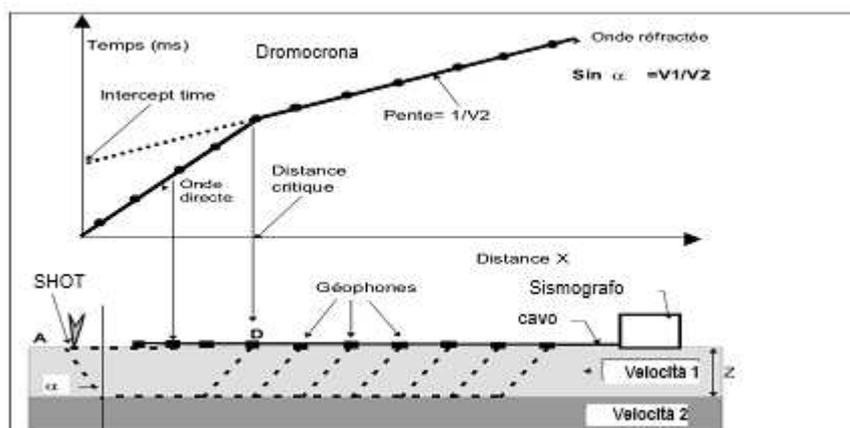


Fig.2.2.1 - Indagine sismica a rifrazione

2.2.2 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.

2.3 Approccio analitico

2.3.1 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.

2.3.2 Analisi Masw

Il profilo V_s ,eq con il metodo MASW viene ricavato tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il 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.

3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE

3.1 Elaborazione prove sismica attiva

L'elaborazione del profilo sismico a rifrazione SRP_01, integrato con i dati ottenuti dalla prova Masw SM_01, ha permesso di ricostruire il seguente modello sismostratigrafico interpretativo valido per i terreni investigati:

STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' Vp min -max	VELOCITA' Vs media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	0.6-1.4 m	600-1800 m/s	413 m/s	Terreno di riporto e/o suolo superficiale	Mediamente addensato
2	0.6-1.2 m	1800-2600 m/s	470 m/s	Substrato marnoso calcareo	Da molto a mediamente alterato
3	0.6-3.2 m	2600-3400 m/s	658 m/s		
4	n.d.	>3400 m/s	702 m/s		

4. 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.

4.1 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 il seguente profilo sismostratigrafico necessario per il calcolo delle $V_{S,eq}$:

STRATO	SPESSORE medio (h_i)	VELOCITA' media (V_S)
1	0.70 m	413 m/s
2	1.20 m	470 m/s
3	0.90 m	658 m/s
4	27.20 m	702 m/s

Dai dati sopra elencati si evince l'assenza 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 riferiti ai primi 30 m di profondità ($H = 30$ nella precedente espressione) e la relativa Categoria di Sottosuolo:

PROFILO	$V_{s,eq}$	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
SM_01	$V_{s,30} = 676$ m/s	B

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.

Sassari, Luglio 2025

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Il Direttore Tecnico

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia



GEOFISICA SARDEGNA SRLS
Stefano Bellaveglia

**COMUNE DI
USINI**

PROVINCIA DI SASSARI

**INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO
ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI**

OGGETTO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI
Foto satellitare

TAVOLA N°

1

SCALA

500

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

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

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano



LEGENDA:

-  Stendimenti sismici in tecnica Tomografica e MASW
-  **ShX** Shot iniziale/finale



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

**COMUNE DI
USINI**

PROVINCIA DI SASSARI

**INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO
ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE

TAVOLA N°

2

N° PROFILI

1

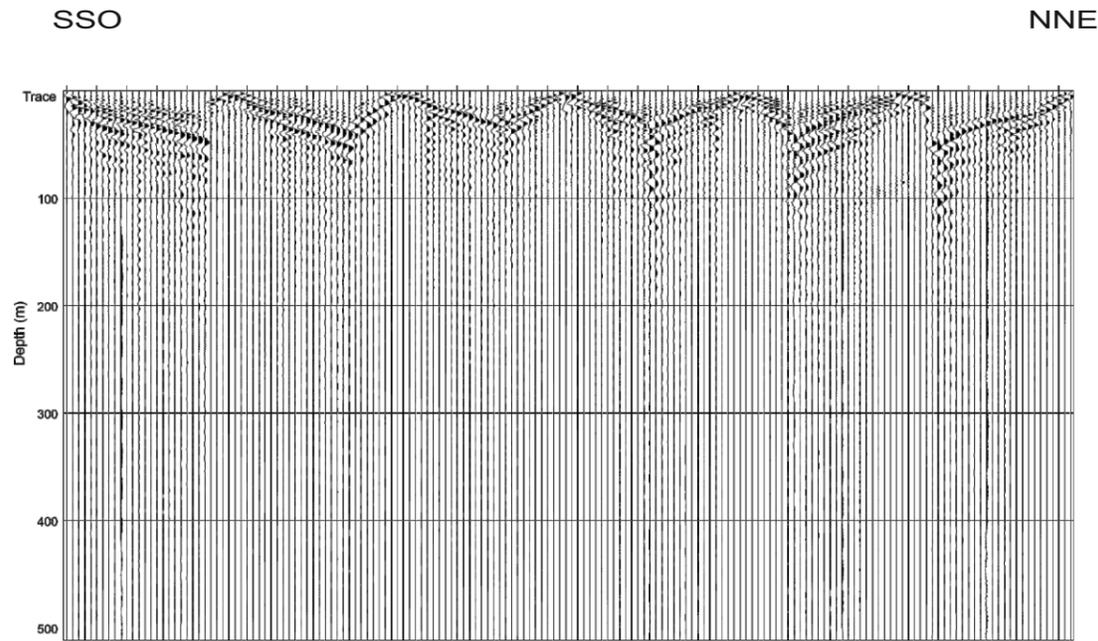
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

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

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Bellaveglia Stefano

SISMOGRAMMI

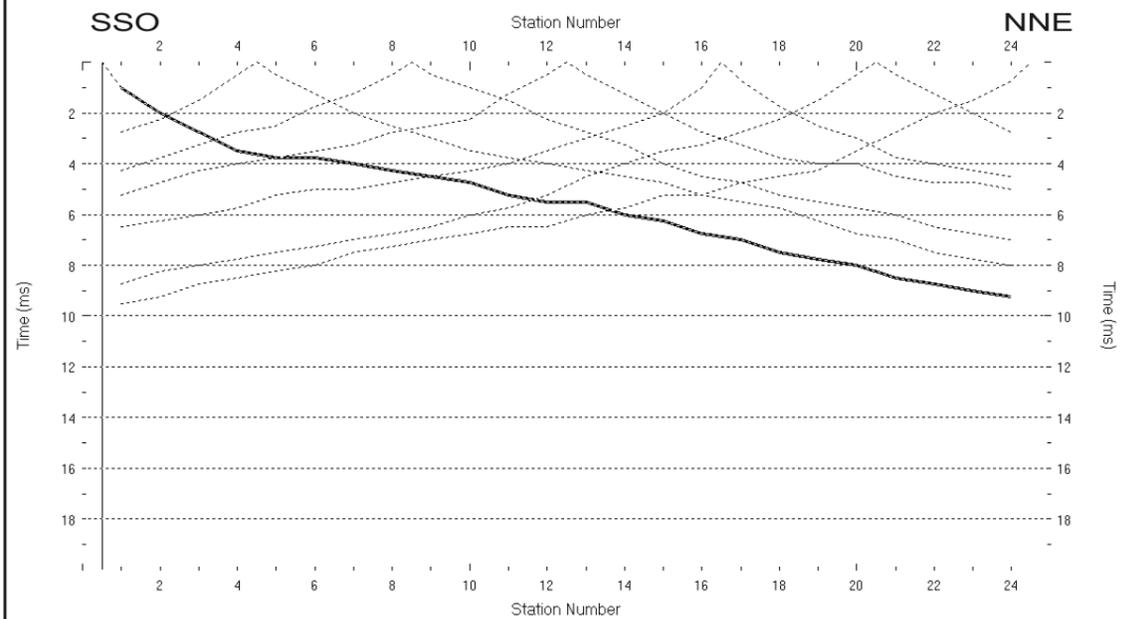


Codice Certificato di prova: GS_15_2025_SRP_01
Committente: Lithos S.r.l. - Data Esecuzione: 28/05/2025 - Località: Via E.Loi - Comune: Usini (SS)

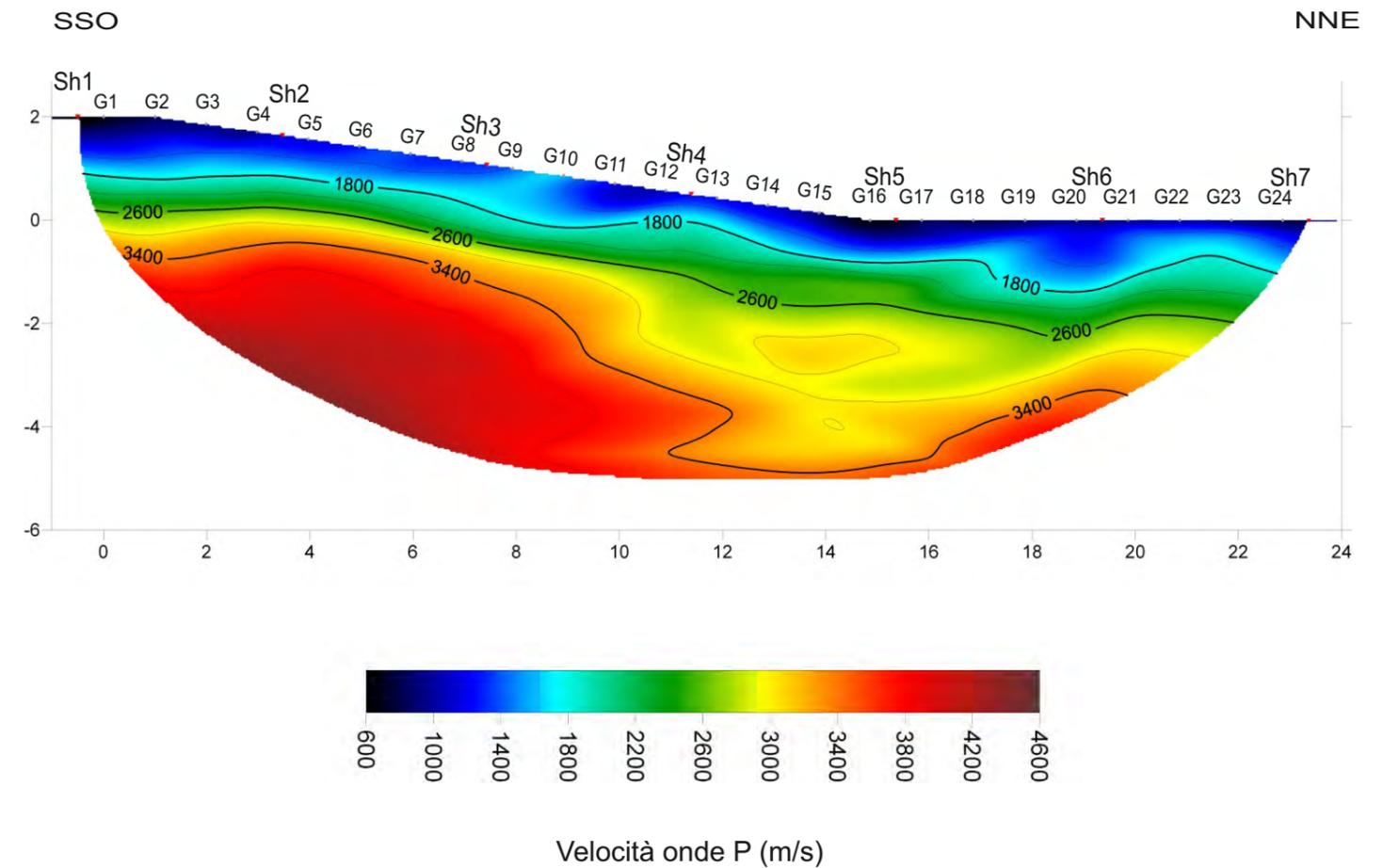
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	24.0 m
Distanza intergeofonica	1.0 m
Orientazione stendimento	SSO - NNE
Coordinate estremi (WGS UTM 32 N)	Sh1: N 4501983; E 460702 Sh7: N 4501995; E 460724
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



**COMUNE DI
USINI**

PROVINCIA DI SASSARI

**INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO
ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI**

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. Bellaveglia Stefano



CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA MASW

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche e 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

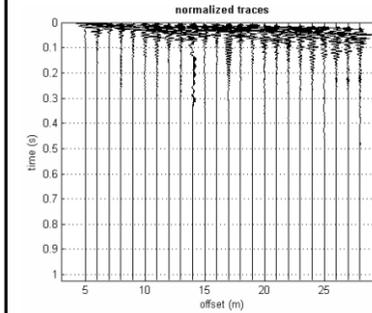
Codice Certificato di prova: **GS_15_2025_SM_01**

Committente: Lithos S.r.l. - Data Esecuzione: 28/05/2025 -
Località: Via E.Loi - Comune: Usini (SS)

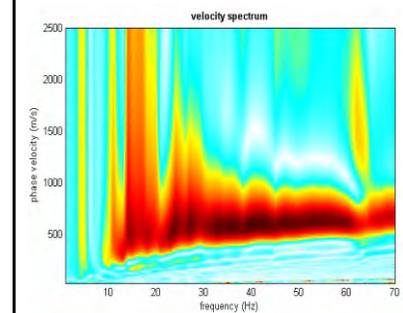
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	SM_01
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	23.0 m
Distanza intergeofonica	1.0 m
Orientazione stendimento	SSO - NNE
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4501983; E 460702 Sh7: N 4501995; E 460724
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: -33.8499	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -34.6545	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -30.7122	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -25.4098	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -20.9255	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -18.6865	-3.88073
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -14.2383	-3.72428
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -19.0928	-3.72428
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -26.9809	-3.72428
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -24.4676	-3.63884
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -22.8606	-3.5311
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -20.3562	-3.5311
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -19.1539	-3.5311
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -21.4692	-3.5311
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -19.2189	-3.5311
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -20.3241	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -24.0276	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -28.6722	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -26.052	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -26.0002	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -27.4702	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -27.0266	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -28.4268	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -22.9026	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -19.6377	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -20.8973	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -14.53	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -18.3773	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -17.9091	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -14.5024	-3.51722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -15.3576	-3.50293

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -52.9046	-3.50293
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -36.3905	-3.50293
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -35.3125	-3.50293
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -24.2146	-3.50293
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -24.2482	-3.47377
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -17.5393	-3.47377

Modello Medio

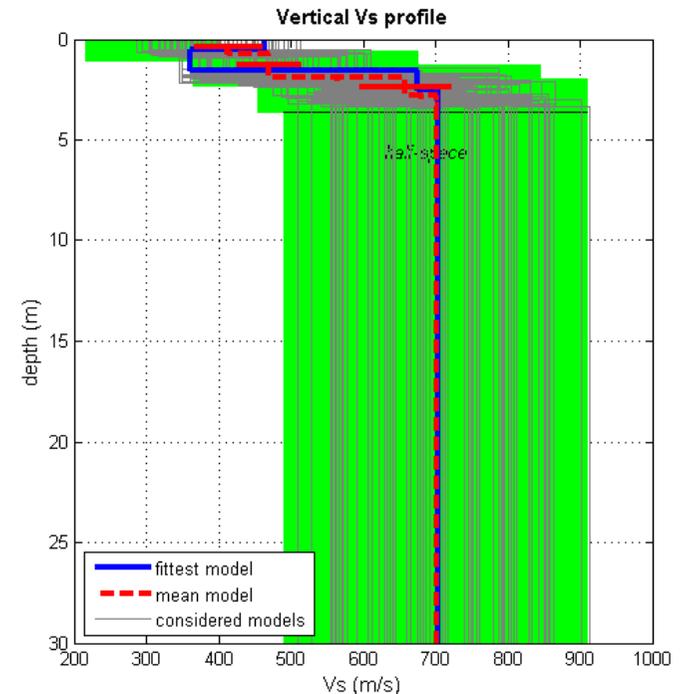
VS (m/s): 413 470 658 702
Spessore (m): 0.7 1.2 0.9

Fundamental mode

Mean model	f(Hz)	VR(m/s)
4.54403	645.0708	
10.4748	638.016	
14.5252	633.6789	
17.4182	630.7976	
26.9654	622.2594	
34.4874	616.0784	
44.4686	607.6284	
55.4623	596.6069	
64.8648	584.5245	

winMASW Pro
Surface Wave Analysis
www.eliosoft.it

PROFILO DI VELOCITA' 1D Vs.eq (Vs30) = 676 m/s



**COMUNE DI
USINI**

PROVINCIA DI SASSARI

**INTERVENTI URGENTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO
ACQUE METEORICHE DEL QUARTIERE SANTA MARIA – USINI**

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. Bellaveglia Stefano

SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

SISMOGRAFO PASI mod. 16S24

Processore	Pentium 233MMX Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese Francese Spagnolo, ecc...
Numero canali	24
Puntamento	VersaPoint Mouse
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4"
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 4.3 Gb
Risoluzione di acquisizione	16 bit (24 bit con sovracampionamento e post Processing)
Stampante (opzionale)	Seiko 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
Connettori geofoni 1 o 2	Standard NK-27-21C
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.)
Allarme	Di batteria scarica
Temperatura Funzionamento	0°C - 55°C
Immagazzinaggio	- 55°C - 150°C
Umidità	5% - 90% non condensante
Dimensioni fisiche	(482.6 x 355.6 x 196.8 mm)
Peso	da 14 a 20 Kg
Durata acquisizione	32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 16000,00 ms
Tempi di campionamento	31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000 µs
Filtri in acquisizione e uscita:	
- <i>Passo alto</i>	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
- Marker per determinare posizione nel tempo dei punti video
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0 - 100 ms (step di 1 ms)
- Post-trigger: 0 - 16.000 ms (step di 1 ms)
- **Inversione di polarità**
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Visualizzazione vecchie acquisizioni (ordinate per ora e data)
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Funzione di determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Massima acquisizione: 1.024.000 campioni/acquisizione
- Calibrazioni automatiche
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo range di tensione in ingresso: +/- 5V

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