

**S.S. 131 di "Carlo Felice"**  
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio  
dal km 108+300 al km 158+000

**PROGETTO ESECUTIVO**

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

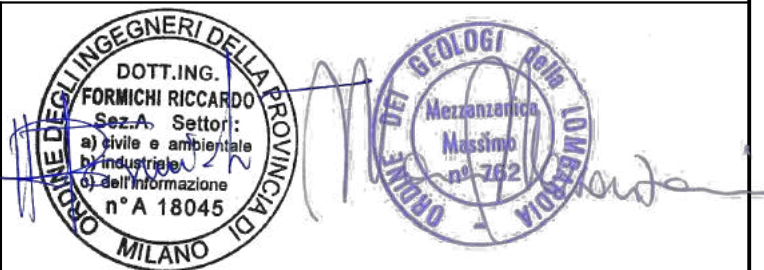
Dott. Geol. Massimo Mezzananza - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli  
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA



PROTOCOLLO

DATA

**GEOLOGIA**

**Documentazione indagini geognostiche e geofisiche - 2019/2020**

CODICE PROGETTO

PROGETTO                      LIV. PROG.                      N. PROG.

**L O P L S Q   E   1 9 0 1**

NOME FILE  
T00GE00GEORE08B .pdf

CODICE ELAB. **T 0 0 G E 0 0 G E O R E 0 8**

REVISIONE

SCALA:

**B**

D

C

B

A

REV.

Revisione per istruttoria, verifica e controlli D.LGS.35/11

Emissione

DESCRIZIONE

APRILE 2021

MARZO 2020

DATA

VITIELLO

VITIELLO

REDATTO

MEZZANANICA

MEZZANANICA

VERIFICATO

FORMICHI

FORMICHI

APPROVATO



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE 2019 – RAPPORTO DI PROVA.....</b>
<b>3</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2020 – RAPPORTO DI PROVA.....</b>
3.1	Allegato 1 – Risultati delle prospezioni sismiche down-hole .....

## 1 PREMESSA

Si riportano nel seguito le indagini svolte nell'anno 2019 svolte in n.2 aree distinte:

- In prossimità del km 115+205 (sondaggio S1);
- In prossimità del km 145+900 (sondaggio S2);

e successivamente le indagini integrative svolte nell'anno 2020 in corrispondenza delle stesse aree succitate, ove sono state eseguite:

- n.1 prova "down-hole" denominata S1-DHbis;
- n.1 sondaggio geognostico integrativo eseguito con tecnica a rotazione con distruzione di nucleo (S2bis) sino a profondità di 35 m dal p.c., n. 8 prove penetrometriche e n.3 prelievo di campioni indisturbati per le determinazioni di laboratorio.

Si precisa che le indagini integrative sono risultate necessarie in quanto, come riscontrato nella nota ANAS Prot. CDG-0583231-I del 17/10/2019, le prove di laboratorio svolte nel 2019 sono state eseguite da laboratorio privo di autorizzazione ministeriale (Servizi Geotecnici) di cui all'art. 59 DPR 380/01 e s.m.i. Pertanto, si ritengono valide le determinazioni di laboratorio prodotte con le indagini integrative del 2020, che sostituiscono in toto le precedenti, e le indagini del 2019 per la sola valutazione stratigrafica.

## 2 INDAGINI GEOGNOSTICHE 2019 – RAPPORTO DI PROVA

---

Documentazione indagini geognostiche e geofisiche – 2019/2020

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

ANAS CA 09/17 – Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825



INDAGINI GEOGNOSTICHE E DETERMINAZIONI DI LABORATORIO  
RAPPORTO TECNICO CONCLUSIVO

**Cagliari, Settembre 2019**

**COMMITTENTE**  
**TSC s.c.r.l. - Massarosa (LU)**



**GEOTEST s.r.l.** [SOA OS20-B]

Viale Diaz, 48 – 09125 Cagliari - Tel/Fax.  
070.303083 E Mail: [geotest\\_srl@libero.it](mailto:geotest_srl@libero.it) -  
P.IVA/CF 03082620927

**Servizi Geotecnici s.a.s.**

Sede : Via Libeccio 32 - 09126  
Cagliari ☎070/371705  
Laboratorio Geotecnico : Via Di Vittorio Lottizzazione  
ex Fornaci Usai 09028 Sestu (CA)  
e-mail [info@servizigeotecnici.com](mailto:info@servizigeotecnici.com)

## Sommario

<b>1.0</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2.0</b>	<b>Area oggetto dell'indagine .....</b>	<b>2</b>
<b>3.0</b>	<b>Sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo ...</b>	<b>4</b>
<b>4.0</b>	<b>Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test) ...</b>	<b>5</b>
<b>5.0</b>	<b>Prelievo di campioni.....</b>	<b>6</b>
<b>6.0</b>	<b>Prospezioni sismiche.....</b>	<b>7</b>
<b>6.1</b>	<b>Procedura sperimentale .....</b>	<b>7</b>
<b>6.2</b>	<b>Cenni teorici.....</b>	<b>8</b>
<b>6.3</b>	<b>Risultati della prova Down Hole .....</b>	<b>11</b>
<b>7.0</b>	<b>Analisi di laboratorio.....</b>	<b>15</b>

**ANAS****ANAS CA 09/17 – Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825****INDAGINI GEOGNOSTICHE E DETERMINAZIONI DI LABORATORIO  
RAPPORTO TECNICO CONCLUSIVO****1.0 Premessa**

Nell'ambito del progetto di realizzazione dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice-Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825 e per conto della TSC srl stata eseguita una campagna di indagini geognostiche in sito ed in laboratorio.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo, prove penetrometriche in foro di sondaggio del tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) e Prove sismiche del tipo Down Hole.

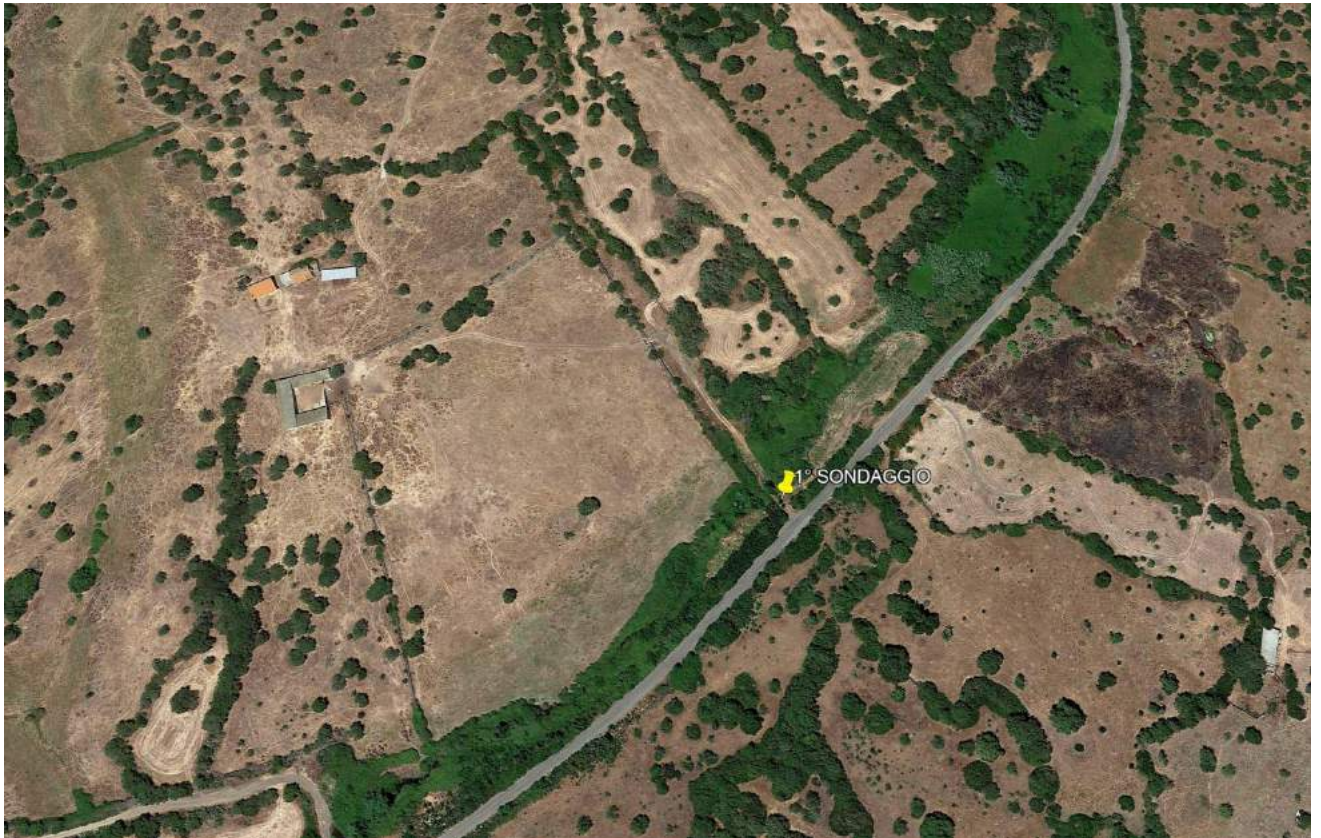
Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state eseguite delle determinazioni specialistiche di laboratorio.

**2.0 Area oggetto dell'indagine**

Le indagini sono state eseguite in N.2 aree distinte :

- in prossimità del Km 115+205 (Paulilatino)
- in prossimità del km 45+900 (Macomer)





Sondaggio S1



Sondaggio S2

### 3.0 Sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo

Sono stati eseguiti N.2 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo del diam.101 mm realizzati sino alle seguenti profondità dal p.c.:

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)
S1	30.0
S2	25.0

I metri lineari di carotaggio risultano complessivamente pari a 55 m.

L'approvvigionamento dell'acqua necessaria per la perforazione è stato effettuato con l'ausilio di idonea attrezzatura.

La perforazione e l'infissione del rivestimento provvisorio, quando necessario, sono stati condotti in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati. A questo scopo sono stati costantemente tenuti sotto controllo i valori della velocità e pressione del fluido (acqua) usati nell'infissione dei rivestimenti e nell'attraversamento di livelli particolarmente addensati.

La stabilità del fondo foro è stata ottenuta impiegando velocità molto basse durante la manovra di estrazione del carotiere, in particolar modo nella prima parte del recupero.

A seconda della natura dei terreni sono stati impiegati il carotiere di tipo semplice o doppio. Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici, munite di scomparti divisorii e di coperchio apribile.

Sui bordi e all'interno di dette cassette sono indicate le quote dei recuperi e tutti gli elementi utili per il riconoscimento delle quote dei campionamenti.

Le cassette catalogatrici, infine, sono state fotografate complete di tutte le indicazioni utili al loro riconoscimento.

Le stratigrafie e la documentazione fotografica riassumono tutte le informazioni circa le variazioni litologiche e le quote di campionamento.

#### 4.0 Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite N.10 prove penetrometriche del tipo Standard Penetration Test, al fine di ricavare le caratteristiche geotecniche del terreno.

La prova consiste nel far penetrare nel terreno un campionatore standardizzato (campionatore a pareti grosse Raymond) sotto i colpi di un maglio con peso di 63,5 kg e da un'altezza di 76 cm. Il maglio, battendo a caduta libera sulle aste standard che prolungano il campionatore, infigge l'attrezzo nel terreno. Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (Nspt) per ogni avanzamento. La resistenza alla penetrazione del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè  $N=N_2+N_3$ .

Le prove sono state eseguite al fondo del foro di sondaggio (possibilmente alterando il meno possibile il terreno), scavato in precedenza alla profondità desiderata.

La prova è considerata a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se  $N_2+N_3$  è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento.

Nella seguente tabella si riepilogano i risultati ottenuti:

Sondaggio	Profondità m dal p.c.	N1	N2	N3	Nspt
S1	1,00	5	5	6	11
	2,00	15	Rifiuto	-----	Rifiuto
S2	1,00	15	21	27	48
	2,00	20	31	37	68
	3,00	13	18	16	34
	5,00	28	Rifiuto	-----	Rifiuto
	6,00	18	26	27	53
	7,00	Rif.	----	----	Rifiuto
	12,00	20	27	Rifiuto	Rifiuto
	13,50	28	28	Rifiuto	Rifiuto

## 5.0 Prelievo di campioni

Durante il corso dei sondaggi e compatibilmente con la natura dei terreni sono stati prelevati N.4 campioni indisturbati di terreno per le successive determinazioni di laboratorio.

Sondaggio	Sigla Campione	Prof. Prelievo m da p.c.
S1	S1CI1	0,7 ÷ 1,3
S2	S2CI1	4,0 ÷ 4,6
S2	S2CI2	7,5 ÷ 8,0
S2	S2CI1	13,0 ÷ 13,5

Sono stati inoltre prelevati N.17 campioni rimaneggiati :

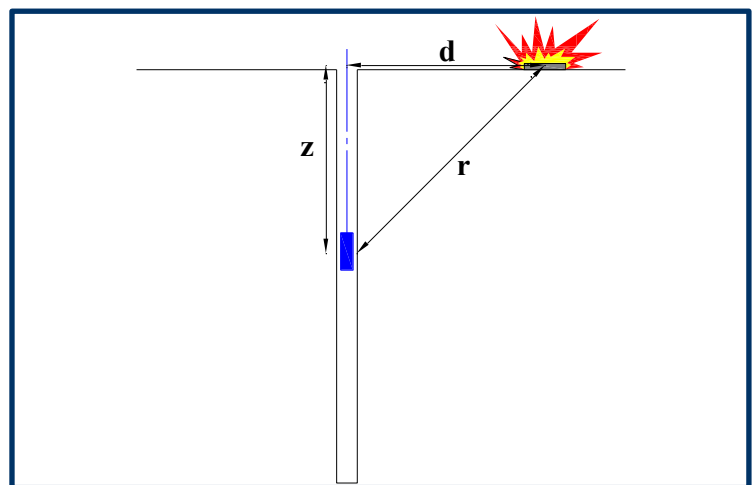
Sondaggio	Sigla Campione	Prof. Prelievo m da p.c.
S1	S1CR1	2,0 ÷ 2,3
S1	S1 A	3,0 ÷ 3,5
S1	S1 B	4,0 ÷ 4,4
S1	S1 C	6,3 ÷ 6,6
S1	S1 D	8,0 ÷ 8,8
S1	S1 E	10,7 ÷ 11,0
S1	S1 F	12,5 ÷ 13,90
S1	S1 G	14,0 ÷ 14,4
S1	S1 H	17,6 ÷ 18,0
S1	S1 I	18,8 ÷ 19,0
S1	S1 L	19,3 ÷ 19,5
S1	S1 M	20,0 ÷ 20,3
S1	S1 N	22,4 ÷ 22,5
S1	S1 O	23,1 ÷ 23,3
S1	S1 P	25,7 ÷ 26,0
S1	S1 Q	27,5 ÷ 28,0
S1	S1 R	28,6 ÷ 28,9

## 6.0 Prospezioni sismiche

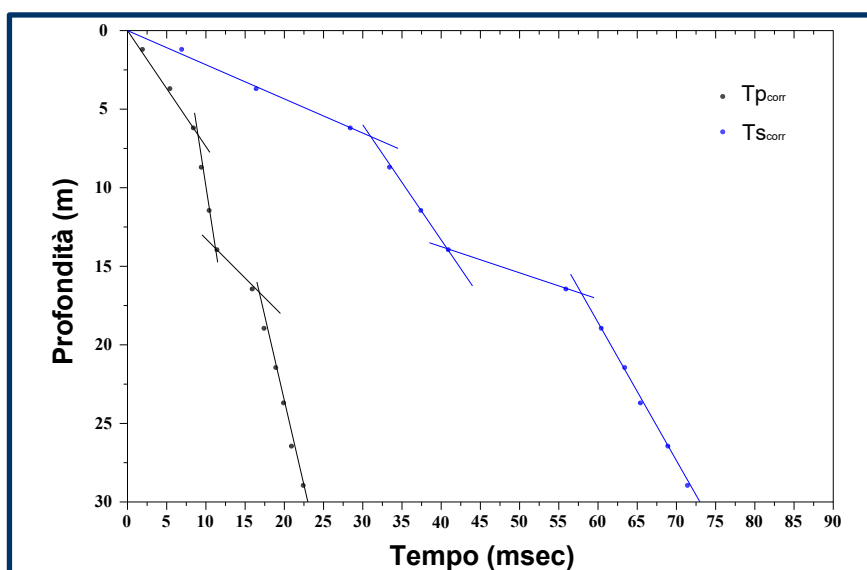
In corrispondenza del Sondaggio S1 è stata eseguita un'indagine geofisica comprendente n. 1 prova "down-hole" denominata S1-DH.

### 6.1 Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 - 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.



*Schema di down-hole con metodo diretto*

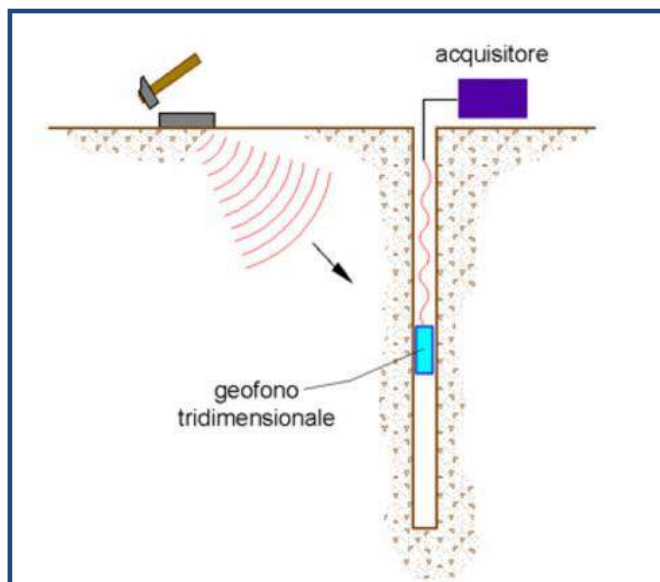


*Dromocrone*

## 6.2 Cenni teorici

L'indagine sismica in foro di tipo down-hole viene effettuata mediante l'utilizzo di una sorgente energizzante in superficie e un geofono "3D" calato nel foro (schema in Figura 2). Il geofono 3D è costituito da tre geofoni di cui uno verticale e due orizzontali posti ortogonalmente tra di loro. Un sistema meccanico permette alla sonda di ancorarsi alle pareti del foro alle profondità stabilite. Il geofono verticale registra l'arrivo delle onde P, mentre i due geofoni orizzontali registrano l'arrivo delle onde S. Nella tecnica down-hole un sismografo registra il treno d'onda generato dalla sorgente che viene rilevato dal ricevitore calato in foro; ne risulta un sismogramma nel quale si possono individuare i tempi di arrivo delle onde dirette (onde P) e di taglio (onde S). La sorgente energizzante è costituita da una massa battente di 10 kg. Per la generazione delle onde P viene effettuata un'energizzazione verticale su piastra circolare mentre per la generazione delle onde S l'energizzazione è orizzontale su due lati di una particolare piastra posta sotto le ruote di un automezzo, il cui peso ha il compito di rendere la stessa più solidale col terreno in modo da trasmettere al meglio le onde di taglio generate.

Di seguito si riporta lo schema operativo adottato



Modalità operative

La prova sismica down-hole è stata effettuata nel foro S1-DH, attrezzato con

rivestimento di tubi in PVC del diametro di 80 mm; al momento delle misure il foro conteneva acqua dalla profondità di circa 5 metri). I dati sono stati acquisiti dal piano campagna fino ad una profondità di 30 metri per il down-hole S1-DH, con intervalli di un metro, utilizzando la seguente procedura:

- Ancoraggio della sonda triassiale, energizzazione verticale ed acquisizione della traccia sismica relativa alle onde P.
- Energizzazione orizzontale ed acquisizione delle tracce sismiche relative alle onde S.
- Memorizzazione dei dati, sblocco dell'ancoraggio della sonda triassiale e passaggio all'acquisizione successiva.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata con un'apparecchiatura MAE E4000 e geofono da foro 3D con ancoraggio pneumatico con campionamento a 5 microsecondi e lunghezza di registrazione 256 millisecondi.

I dati acquisiti sono stati visualizzati su video in tempo reale per un controllo preventivo della bontà dell'acquisizione ed in seguito salvati su hard disk interno.

Ogni sismogramma è composto da n.3 tracce sismiche corrispondenti ad altrettanti canali così assegnati:

- canale n. 1: segnale acquisito dal geofono verticale (P)
- canale n. 2: segnale acquisito dal primo geofono orizzontale (S1)
- canale n. 3: segnale acquisito dal secondo geofono orizzontale (S2)

Attraverso uno specifico software Down-hole della "Geostru" le tracce sismiche relative alle onde P ed S di ogni sismogramma sono state separate e raggruppate in seguito in tre files distinti (uno per le onde P e due per onde S) contenenti tutte le tracce P o S alle diverse profondità. Dei due sismogrammi S è stato scelto quello col dato migliore, ovvero quello che al momento dell'acquisizione in foro era orientato nella posizione più favorevole. In seguito si è proceduto alla lettura dei tempi di arrivo.

#### Moduli elastici dinamici

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici, può essere utile fornire ulteriori parametri che la prova down-hole è in grado di ricavare oltre ai

dati delle velocità di propagazione delle onde sismiche ( $V_p$  e  $V_s$ ) nel sottosuolo.

I moduli elastici dinamici del terreno possono infatti contribuire ad una migliore definizione dei carichi e delle spinte da parte di manufatti sul terreno di fondazione. Attraverso la determinazione sia delle velocità delle onde di compressione sia delle velocità delle onde di taglio è possibile ricavare i seguenti parametri:

- Coefficiente di Poisson  $\nu$
- Modulo di Young  $E$
- Modulo di Taglio dinamico  $G$
- Modulo di Compressibilità dinamico (o Bulk modulus)  $E_d$
- Modulo di Compressibilità volumetrica  $E_v$

Il Coefficiente di Poisson ( $\nu$ ), noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta. Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume (es. acqua), valori leggermente inferiori (0.47 - 0.49) sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati. Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra (0.46 e 0.20). In funzione di  $V_p$  e di  $V_s$  il parametro è definito dalla seguente relazione:  $\nu = \frac{1}{2} \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 / \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1$

Il Modulo di Young ( $E$ ) definisce la deformazione longitudinale di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione  $V_p$ , della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:  $E = V_s^2 \rho \cdot [3V_p^2 - 4V_s^2 / V_p^2 - V_s^2]$

Il Modulo di Taglio ( $G$ ) definisce invece la deformazione tangenziale di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di



taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio Vs e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Taglio  $G = V_s^2 \rho$

Il Modulo di Compressibilità o Bulk modulus ( $E_v$ ) è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione: Modulo di Compressibilità  $E_v = \rho [V_p^2 - 4/3 V_s^2]$

I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee.

### 6.3 Risultati della prova Down Hole

Al fine di determinare i moduli elastici dinamici del terreno, la prospezione down-hole (S1-DH) ha individuato per ogni metro di profondità in maniera diretta il valore delle velocità delle onde di taglio e di pressione.

#### Interpretazione delle misure

Offset scoppio (m)	1.5
Numero di ricezioni	30
Posizione primo geofono (m)	1



Foto 1 Esecuzione prova down-hole S1-DH

**Dati misure down hole**

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	3.8	23.4
2	2.00	4.6	27
3	3.00	5.3	27.6
4	4.00	6.1	30
5	5.00	6.7	31.3
6	6.00	7.6	32.9
7	7.00	8.7	35.1
8	8.00	9.2	36.3
9	9.00	10.5	37.9
10	10.00	11.1	39.2
11	11.00	12.3	41.4
12	12.00	12.8	44.9
13	13.00	13.4	46.4
14	14.00	14.3	47.7
15	15.00	14.8	49.6
16	16.00	15.6	51.5
17	17.00	16.1	54
18	18.00	16.9	55.6
19	19.00	17.6	57.5
20	20.00	18	60
21	21.00	18.5	63.8
22	22.00	19.2	67
23	23.00	19.8	69.2
24	24.00	20.2	71.7
25	25.00	20.9	73
26	26.00	21.3	75.2
27	27.00	22	77.4
28	28.00	22.6	79.6
29	29.00	23.3	81.5
30	30.00	23.9	83.4

**Risultati**

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.8028	2.1079	12.9800
2.5000	3.6800	21.6000
3.3541	4.7405	24.6862
4.2720	5.7116	28.0899
5.2202	6.4174	29.9800
6.1847	7.3731	31.9177
7.1589	8.5069	34.3209
8.1394	9.0424	35.6783
9.1241	10.3571	37.3843
10.1119	10.9772	38.7663
11.1018	12.1872	41.0204



12.0934	12.7012	44.5533
13.0863	13.3117	46.0942
14.0801	14.2186	47.4286
15.0748	14.7266	49.3538
16.0702	15.5319	51.2752
17.0661	16.0377	53.7910
18.0624	16.8416	55.4079
19.0591	17.5454	57.3216
20.0562	17.9496	59.8320
21.0535	18.4530	63.6379
22.0511	19.1555	66.8448
23.0489	19.7580	69.0533
24.0468	20.1607	71.5604
25.0450	20.8625	72.8690
26.0432	21.2646	75.0752
27.0416	21.9661	77.2808
28.0402	22.5676	79.4860
29.0388	23.2689	81.3912
30.0375	23.8702	83.2959

Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
474.41	77.04	17.85	0.4865	10.80	409.66	32.11	395.26
636.09	116.01	17.61	0.4828	24.17	726.57	71.68	694.34
942.95	324.02	20.89	0.4331	223.65	1894.07	641.03	1595.87
1029.76	293.80	20.22	0.4557	177.98	2186.42	518.17	1949.11
1416.83	529.07	21.94	0.419	626.24	4491.09	1777.27	3656.10
1046.35	516.08	21.73	0.3393	590.16	2426.01	1580.80	1639.13
881.99	416.11	20.91	0.3568	369.19	1658.67	1001.83	1166.42
1867.41	736.70	22.53	0.4078	1246.87	8011.61	3510.69	6349.12
760.63	586.17	21.81	--	764.16	1286.71	1528.32	267.84
1612.64	723.59	22.34	0.374	1192.75	5924.31	3277.68	4333.98
826.45	443.64	20.78	0.2976	417.05	1447.30	1082.33	891.23
1945.53	283.05	19.05	0.4892	155.63	7352.76	463.53	7145.25
1638.00	648.97	21.88	0.4069	939.67	5986.24	2644.04	4733.35
1102.66	749.40	22.25	0.0708	1274.20	2758.63	2728.83	1059.70
1968.51	519.43	21.09	0.4626	580.24	8333.57	1697.32	7559.92
1241.77	520.45	21.06	0.3935	581.70	3311.46	1621.20	2535.87
1977.07	397.49	20.07	0.4789	323.35	7999.65	956.40	7568.51
1243.94	618.47	21.54	0.3358	840.16	3398.79	2244.57	2278.57
1420.86	522.55	20.96	0.4218	583.61	4314.92	1659.55	3536.77
2474.03	398.34	19.96	0.4867	322.96	12458.04	960.29	12027.43
1986.50	262.75	18.32	0.4911	128.97	7371.94	384.61	7199.98
1423.49	311.83	18.96	0.4748	188.00	3917.66	554.52	3666.99
1659.75	452.80	20.34	0.4598	425.25	5713.68	1241.56	5146.68
2483.24	398.87	19.84	0.4868	321.87	12475.51	957.11	12046.35
1424.91	764.17	21.99	0.2981	1309.44	4552.81	3399.57	2806.89
2486.93	453.27	20.26	0.4828	424.46	12777.50	1258.78	12211.56
1425.52	453.39	20.24	0.4437	424.26	4194.08	1225.01	3628.40
1662.51	453.47	20.22	0.4598	423.99	5698.87	1237.88	5133.55
1425.92	524.88	20.71	0.4216	581.81	4293.88	1654.20	3518.14
1663.07	525.02	20.69	0.4447	581.56	5835.27	1680.36	5059.86

**Metodo diretto**

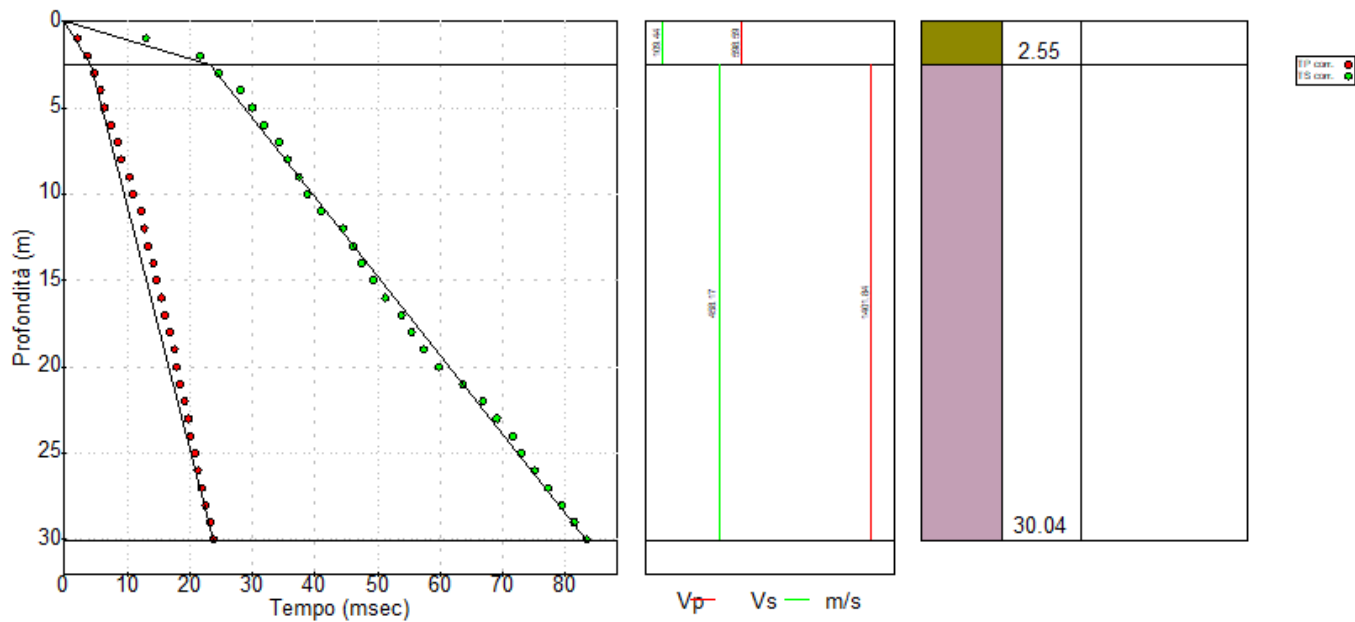
Profondità di riferimento: 30 m  
 VS30: 360.52 m/s

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	2.55
	30.04

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
598.59	109.44	16.72	0.48	20.42	610.76	60.54	583.54
1401.84	458.17	20.25	0.44	433.55	4058.67	1248.79	3480.61

**Dromocrone**


## 7.0 Analisi di laboratorio

Per la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni sono state eseguite le determinazioni di laboratorio riepilogate nei seguenti quadri sinottici.

In allegato si riportano i report dove vengono riassunte tutte le determinazioni specifiche.

QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI							
			Campioni Indisturbati				
			SONDAGGIO	S1	S2	S2	S2
			CAMPIONE	S1C1	S2C1	S2C2	S2C3
			da m	0,70	4,00	7,50	13,00
			a m	1,30	4,60	8,00	13,50
<b>DETERMINAZIONE</b>							
PESO DI VOLUME NATURALE (Massa volumica apparente)		(g/cm <sup>3</sup> )		1,84	1,89	1,83	1,60
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA		(%)		23,6	14,2	26,0	42,5
LIMITE DI LIQUIDITA'		(%)		48	34	43	42
LIMITE DI PLASTICITA'		(%)		25	19	22	23
INDICE DI PLASTICITA'		(%)		23	15	21	19
INDICE DI GRUPPO				11	7	7	9
CLASSIFICAZIONE CNR UNI				A7-6	A6	A7-6	A7-6
CLASSIFICAZIONE AGI	Ghiaia	(%)		4,3	8,8	3,8	2,8
	Sabbia	(%)		35,5	29,7	49,1	32,1
	Limo	(%)		37,8	41,7	27,1	44,9
	Argilla	(%)		22,4	19,9	20,1	20,2
PROVA COMPRESSIONE ELL	Rottura	(kPa)			718,8	722,4	
	Deformazione	%			8,1	8,2	
PROVA EDOMETRICA Modulo di compressione edometrica	E [49,04 KPa]	(kPa)			5570,5		
	E [98,07 KPa]	(kPa)			8998,2		
	E [196,14 KPa]	(kPa)			6930		
	E [392,28 KPa]	(kPa)			9881,1		
	E [784,56 KPa]	(kPa)			19229,9		
	E [1569,12 KPa]	(kPa)			33171,2		
	E [3138,24 KPa]	(kPa)			54862,6		
PROVA TRIASSIALE UU	$\sigma_1$	(kPa)		281	272	292	262
	$\sigma_1$ Deformazione a rottura	%		14,10	16,70	19,50	15,01
	$\sigma_2$	(kPa)		205	256	315	299
	$\sigma_2$ Deformazione a rottura	%		14,86	15,12	19,44	15,45
	$\sigma_3$	(kPa)		302	251,0	334,0	273,0
	$\sigma_3$ Deformazione a rottura	%		13,99	14,11	19,74	12,14



QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI  
Campioni rimaneggiati [ settore terre]

	SONDAGGIO	S2	S2	S2	S2	S2	S2
	CAMPIONE	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
	da m	1,5	8,3	11,5	15,0	19,4	23,5
	a m	1,9	8,7	12,0	15,5	19,8	24,0
<b>DETERMINAZIONE</b>							
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	(%)	16,4		13,8		15,2	12,4
LIMITE DI LIQUIDITA'	(%)	38		30		32	27
LIMITE DI PLASTICITA'	(%)	22		19		18	18
INDICE DI PLASTICITA'	(%)	16		11		14	9
INDICE DI GRUPPO		3		0		4	0
CLASSIFICAZIONE CNR UNI		A6		A2-6		A6	A2-4
CLASSIFICAZIONE AGI	(%) Ghiaia	16,0		0		0	28,7
	(%) Sabbia	44,4		67,3		60,5	42,6
	(%) Limo	20,4		14,3		19,1	19,4
	(%) Argilla	19,2		18,4		20,4	9,3
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	$\phi'$	(°)	24,5	25,0		25,2	
	$c'$	(kPa)	70	85		30	

**QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI**

Campioni rimaneggiati [campioni lapidei]

	SONDAGGIO	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	
	CAMPIONE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	
	da m	3,0	4,0	6,3	8,0	10,7	12,4	14,0	17,6	18,8	19,3	20,0	22,4	23,1	25,7	27,5	28,6	
	a m	3,5	4,4	6,6	8,8	11,0	12,9	14,4	18,0	19,0	19,5	20,3	22,5	23,3	26,0	28,0	28,9	
<b>DETERMINAZIONE</b>																		
POINT LOAD TEST	IS	[MPa]	2,10	2,25	1,38	1,78	2,54	2,99	2,69	2,82	2,71	2,93	5,63	2,45	2,90	3,57	3,29	2,82
			1,99	2,36	1,67	2,16	2,74	2,89	2,86	3,08	2,99	2,67	5,17	2,20	2,59	3,66	2,86	2,60
			1,87	2,48	1,55	2,00		2,80				2,99					2,89	
Compressione uniassiale (Pressione a rottura)		[MPa]	47,48			74,50												
Compressione uniassiale con misura deformazione (Pressione a rottura)		[MPa]				65,00		65,20		53,00							73,00	73,10

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO



## SONDAGGIO 1





Da m 0.0 a m 5.0



Da m 5.0 a m 10.0



Da m 10.0 a m 15.0



Da m 15.0 a m 20.0



Da m 20.0 a m 25.0



Da m 25.0 a m 30.0

SONDAGGIO 2





Da m 0.0 a m 5.0



Da m 5.0 a m 10.0



Da m 10.0 a m 15.0



Da m 15.0 a m 20.0





Da m 20.0 a m 25.0

## DETERMINAZIONI DI LABORATORIO

**OMISSIS**

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Scala 1:150	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Falda
				10	20	30	40	
1	0.10		Terreno vegetale limoso di colore marrone					
2			Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone con frammenti lapidei di colore grigio, mediamente consistente	1				1.50
3	2.30		Basalto lapideo di colore grigio, fratturato con con fratture suborizzontali	2.45				
4	3.00		Basalto lapideo di colore grigio, compatto, vacuolare con riempimenti di colore biancastro, fratture a -3.4 m e -3.7 m da p.c. variamente orientate, con patine di ossidazione di colore marrone rossastro lungo i piani di fratturazione. Talora presenti sottili venaggi di colore biancastro					
5	4.40		Basalto lapideo di colore grigio con piccoli vacuoli di forma irregolare spesso riempiti da cristallizzazioni biancastre: Presenta fratture variamente orientate con patine e incrostazioni biancastre lungo le superfici di fratturazione					
6	5.00		Basalto di colore grigio molto fratturato e frammentato					
7	6.00		Basalto lapideo con abbondanti vacuoli, generalmente di colore grigio violaceo nel tratto fino a -7.0 m da p.c., fratture a -6.3 m, -6.6 m e -6.8 m da p.c., con patine e ossidazioni lungo i piani di fratturazione, tra -7.3 e -7.4 m da p.c. campionato in frammenti ossidati e debolmente alterati					
8	7.50		Basalto litoide di colore grigio compatto, a tratti fratturato, con incrostazioni biancastre e ossidazioni nelle supefici di fratturazione					
9	8.00		Basalto lapideo con abbondanti vacuoli, colore grigio, generalmente compatto					
10	8.80		Basalto lapideo di colore grigio, con abbondanti e piccolissimi vacuoli lungo tutto il tratto. Sono presenti fratture variamente orientate fino a -10.0 m da p.c. Lungo i piani di fratturazione sono presenti cristallizzazioni biancastre e verdastre, nei tratti tra -12.0 e -13.0 e tra -14.6 e -16.0 m da p.c. generalmente molto fratturato e frammentato					
11								
12								
13								
14								
15								
16	16.00		Basalto lapideo con abbondanti piccoli vacuoli di forma irregolare, colore grigio, generalmente molto fratturato con inclinazioni dei piani di frattura sub orizzontali e sub verticali tra -17.0 e -17.20. Nel complesso molto frammentato					
17								
18								
19								
20								
21	21.00		Basalto di colore rosso vinaccia, generalmente lapideo molto fratturato, con abbondanti argillificazioni e riempimenti limoso argillosi in corrispondenza delle fratture di colore biancastro					
22								
23								
24	23.40		Basalto litoide di colore grigio con abbondanti vacuoli, mediamente fratturato. Incrostazioni di colore biancastro lungo le superfici di frattura					
25								
26								
27	26.70		Basalto lapideo compatto, con abbondanti vacuoli nei tratti tra -27.5 m e -29.5 m da p.c. Mediamente fratturato e con incrostazioni e cristallizzazioni di colore biancastro nei piani di fratturazione					
28								
29								
30	30.00							

Committente TIRRENA SCAVI S.P.A.

Cantiere Adeguamento e messa in sicurezza SS131

Località dal Km 108+500 al Km 158+000 (ANAS CA 09/17)

Data Inizio Luglio 2019

Data Fine

SONDAGGIO

FOGLIO

S 2

Il geologo

Scala 1:150	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	S.P.T.				Falda
				10	20	30	40	
1	0.10		Terreno vegetale limoso con piccoli frammenti lapidei, colore marrone					
2	1.50		Sabbia limosa di colore marrone con abbondanti frammenti litoidi talora scoriacei di colore grigio violaceo, debolmente addensata	1				1.50
3	2.00		Vulcanite molto alterata e argillificata campionata in forma di sabbia limosa a tratti argillosa con rari frammenti litoidi di colore violaceo, debolmente consistente	2.45				
4	3.90		Vulcanite molto alterata costituita da frammenti lapidei alterati e limo sabbioso, campionata disgregata	3.45				
5	4.50		Limo asbbioso di colore marrone di media consistenza con piccoli frammenti lapidei					
6	5.60		Trovante lapideo fratturato e alterato di colore grigio violaceo	5				R
7	5.60		Vulcanite molto alterata e a tratti argillificata, campionata in forma di limo sabbioso e rari frammenti litoidi irregolari eterometrici, colore marrone chiaro a plaghe verde chiaro, generalmente consistente	6.45				R
8	7.50		Limo argilloso di colore marrone con sfumature verdi, campionato disgregato	7.15				
9	8.80		Vulcanite alterata e argillificata, campionata in forma di limo argilloso e sabbia con piccoli frammenti lapidei, debolmente consistente					
10	8.80		Vulcanite alterata campionata in frammenti di colore violaceo, alterati e a tratti con patine argillose					
11	10.30		Vulcanite lapidea grigio violacea, con fratture variamente orientate, molto frantumata tra -10.6 e -11.0 m da p.c.					
12	11.10		Piroclastite molto alterata e argillificata con piccoli frammenti litoidi, colore marrone rosato	12				R
13	13.60			12.45				R
14	13.60		Vulcanite piroclastica di colore variabile dal violaceo al rosa e nocciola chiaro, in genere compatta, campionata in forma di limo sabbioso, molto consistente nel tratto tra -15.5 e -16.0 m da p.c.	13.5				R
15	16.00			13.95				R
16	16.00		Vulcanite piroclastica molto alterata ed a tratti argillificata, in genere di scarsa consistenza. Assai compatta a tratti					
17	16.00							
18	16.00							
19	16.00							
20	20.00							
21	20.50		Vulcanite lapidea grigio verdastra, campionata in frammenti centimetrici					
22	21.00		Vulcanite molto alterata e argillificata di colore marrone verdastro, generalmente poco consistente a tratti è più compatta e dura					
23	23.60		Vulcanite piroclastica molto alterata a tratti argillificata, colore marrone rosato, campionata in forma di limo sabbioso e argilla, di media consistenza, talora sono presenti piccoli frammenti litoidi, nel tratto tra -23.1 e -23.6 m da p.c. il colore è verde chiaro e appare più consistente					
24	23.60							
25	25.00		Piroclastite lapidea alterata, in genere disgregata in forma di sabbia fino a -24.5 m da p.c., nel tratto finale è campionata in piccoli spezzoni di carota					

### 3 INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2020 – RAPPORTO DI PROVA

---

Documentazione indagini geognostiche e geofisiche – 2019/2020

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it



Pisa li, 13.11.2020  
Prot. n° 502/SD/sd  
trasmissione a mezzo PEC  
[cemes@legalmail.it](mailto:cemes@legalmail.it)

Spett.le **ANAS S.p.A.**  
Coordinamento Territoriale Sardegna  
Via Biasi, 27  
09131 CAGLIARI  
[anas.sardegna@postacert.stradeanas.it](mailto:anas.sardegna@postacert.stradeanas.it)  
c.a. D.L. **Dott. Ing. S. Pani**  
[s.pani@stradeanas.it](mailto:s.pani@stradeanas.it)  
e p.c. R.U.P. **Dott. Ing. Salvatore Frasca**  
[s.frasca@stradeanas.it](mailto:s.frasca@stradeanas.it)

**OGGETTO: Cod. Progetto CA364 – Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 “Carlo Felice”. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n. 2 dal km 108+300 al km 158+000. Interventi di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali dal km 108+300 al km 109+825. CUP: F84E19000690001 – Codice Commessa (SILWEB): SANOCA00188**

**Rif. Nota ANAS prot. 0259305 del 25.05.2020**

**Trasmissione Indagini geognostiche**

Con riferimento alla nota di cui in oggetto ed a parziale integrazione/correzione di quanto già inoltrato con nota TSC prot. N.052SD/sd del 23/09/2019, si trasmette in allegato:

1. Rapporto Tecnico Conclusivo contenente:
  - Ripetizione sondaggio S2 e relative determinazioni di laboratorio e prove in situ
  - Ripetizione prova down hole sondaggio S1
2. Rapporto di prova n 53669/T/20 del 10/11/2020 (Point Load Test e Compressione Uniassiale su spezzoni di roccia sondaggio S1)
3. Schede Monografiche

Distinti Saluti

#### C.E.M.E.S. S.p.A. con Socio Unico

**Sede Legale:**  
56122 PISA  
Via Montelungo, n. 15/17  
Tel. 050 562209 r.a.  
Fax 050 561780  
[www.cemes-spa.com](http://www.cemes-spa.com)  
E-MAIL: [cemes@cemes-spa.com](mailto:cemes@cemes-spa.com)

**Sede Amministrativa**  
56127 PISA  
Via delle Trincere, n. 11  
Tel. 050 542845  
Fax 050 543221  
E-MAIL: [amministrazione@cemes-spa.com](mailto:amministrazione@cemes-spa.com)  
P.E.C.: [cemes@legalmail.it](mailto:cemes@legalmail.it)

Cap. Soc. € 2.634.150,00 int. Vers.  
Iscriz. Reg. Soc. 00213950504  
R.E.A. C.C.I.A.A. Pisa n. 60926  
Attestazione SOA Aut. N. 07 del 09/11/2000  
Albo Nato: Codice DUNS 429500473  
Albo Nato: Codice CAGE AC725  
Albo Autotrasportatori N. PI 5103460C  
Partita IVA e Codice Fiscale 00213950504

ANAS CA 09/17 – Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825



INDAGINI GEOGNOSTICHE E DETERMINAZIONI DI LABORATORIO - INTEGRAZIONE  
RAPPORTO TECNICO CONCLUSIVO

**Cagliari, Ottobre 2020**

**COMMITTENTE**  
**TSC s.c.r.l. - Pisa**

  
**Servizi Geotecnici sas**  
Dott. Geol. Alessandro Melis



**GEOTEST S.r.l.** [SOA DS20-B]  
Viale Diaz, 48 – 09125 Cagliari - Tel/Fax:  
070.303083 E Mail: geotest\_srl@libero.it -  
P.IVA/CF 03082620927

**Servizi Geotecnici s.a.s.**

Sede : Via Libeccio 32 - 09126  
Cagliari ☎ 070/371705  
Laboratorio Geotecnico : Via Di Vittorio Lottizzazione  
ex Fornaci Usai 09028 Sestu (CA)  
e-mail info@servizigeotecnici.com





## Sommario

1.0	Premessa.....	2
2.0	Area oggetto dell'indagine.....	2
3.0	Sondaggio geognostico a rotazione a distruzione di nucleo.....	4
4.0	Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test).....	5
5.0	Prelievo di campioni.....	6
6.0	Misure down hole.....	7
7.0	Analisi di laboratorio.....	14
8.0	Prova Lefranc.....	15

**ANAS**

**ANAS CA 09/17 – Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
Carlo Felice. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al  
Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini  
laterali dal Km 108+300 al Km 109+825**

INDAGINI GEOGNOSTICHE E DETERMINAZIONI DI LABORATORIO  
INTEGRAZIONE  
RAPPORTO TECNICO CONCLUSIVO

## **1.0 Premessa**

Nell'ambito del progetto di realizzazione dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice-Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000. Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825 e per conto della TSC srl è stata eseguita una integrazione di indagini geognostiche in sito ed in laboratorio a completamento della campagna del 2019.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di un sondaggio geognostico a rotazione con distruzione di nucleo, prove penetrometriche in foro di sondaggio del tipo S.P.T. (Standard Penetration Test), Prova Lefranc e Prova sismica del tipo Down Hole.

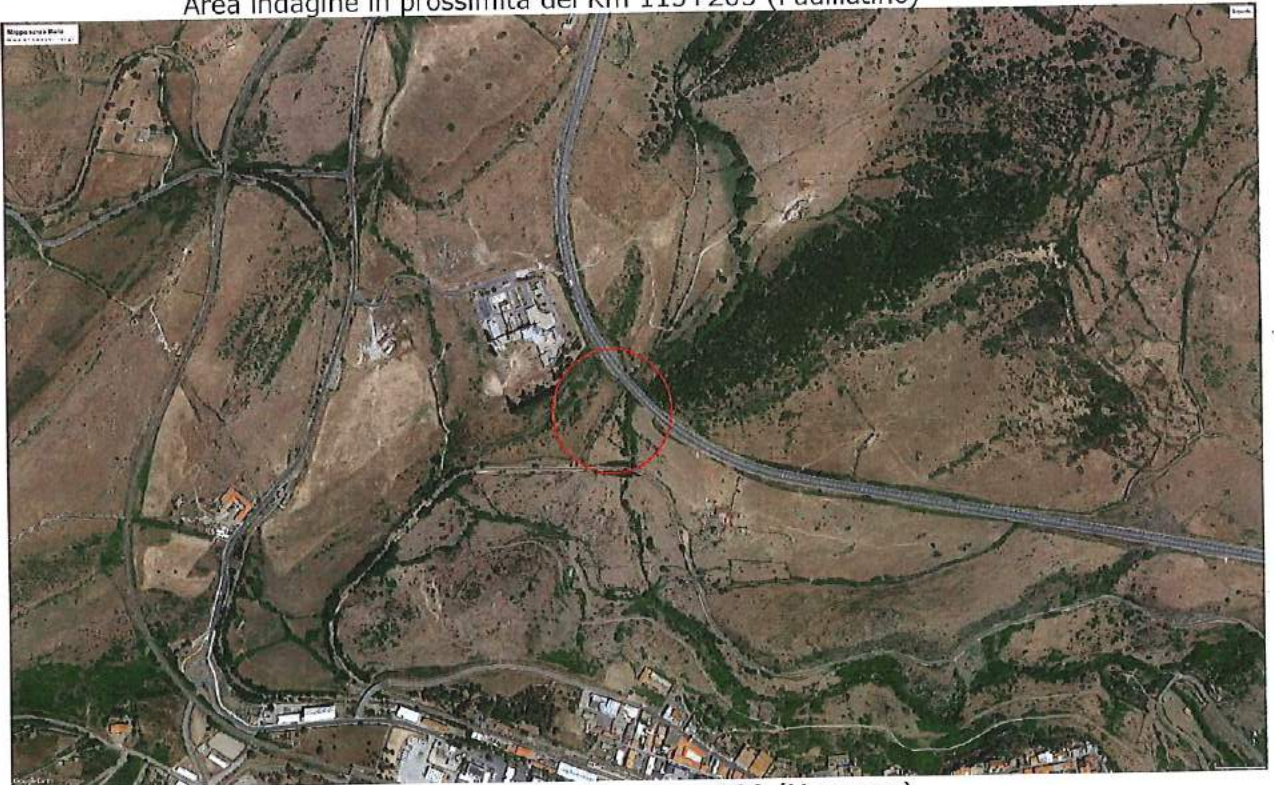
Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state eseguite delle determinazioni specialistiche di laboratorio.

## **2.0 Area oggetto dell'indagine**

Come nella precedente campagna del 2019 anche l'integrazione di indagini è stata eseguita in N.2 aree distinte :



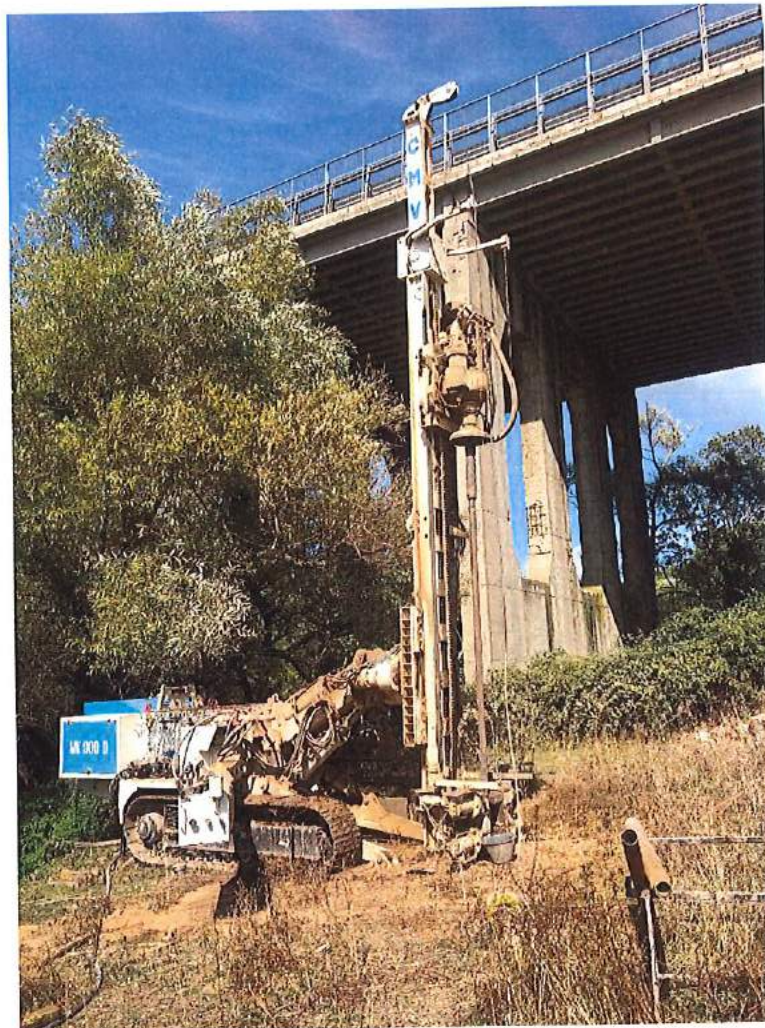
Area indagine in prossimità del Km 115+205 (Paulilatino)



Area indagine in prossimità del km 145+900 (Macomer)

### 3.0 Sondaggio geognostico a rotazione a distruzione di nucleo

E' stato eseguito un sondaggio geognostico integrativo eseguito con la tecnica a rotazione con distruzione di nucleo denominato S2 bis, realizzato sino alla profondità di 35 m dal p.c.



Fase esecutiva sondaggio S2 bis (km 145+900 Macomer)

Dall'analisi del cutting (detrito uscente dal foro) è stato possibile ricostruire la seguente stratigrafia :

Profondità	Descrizione
0.0-1.60	Sabbia limosa
1.6-29.5	Vulcanite alterata
29.5-35.0	Vulcanite lapidea



Particolare compressore per esecuzione Sondaggio S2 bis

#### **4.0 Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test)**

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite N.8 prove penetrometriche del tipo Standard Penetration Test, al fine di ricavare le caratteristiche geotecniche del terreno.

La prova consiste nel far penetrare nel terreno un campionatore

standardizzato (campionatore a pareti grosse Raymond) sotto i colpi di un maglio con peso di 63,5 kg e da un'altezza di 76 cm. Il maglio, battendo a caduta libera sulle aste standard che prolungano il campionatore, infigge l'attrezzo nel terreno. Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (Nspt) per ogni avanzamento. La resistenza alla penetrazione del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè  $N=N_2+N_3$ .

Le prove sono state eseguite al fondo del foro di sondaggio (possibilmente alterando il meno possibile il terreno), scavato in precedenza alla profondità desiderata.

La prova è considerata a rifiuto se il numero di colpi del primo avanzamento (N1) è maggiore di 50 prima dei 15 cm o se  $N_2+N_3$  è maggiore di 100 colpi prima dei 30 cm di avanzamento.

Nella seguente tabella si riepilogano i risultati ottenuti:

Sondaggio	Profondità m dal p.c.	N1	N2	N3	Nspt
S2bis	1,00	17	22	24	46
	2,00	15	29	35	64
	3,00	8	15	18	32
	5,00	35	Rifiuto	-----	Rifiuto
	6,00	14	28	33	61
	7,00	33	Rifiuto	----	Rifiuto
	12,00	25	37	Rifiuto	Rifiuto
	13,60	22	31	Rifiuto	Rifiuto

## 5.0 Prelievo di campioni

Durante l'esecuzione del Sondaggio S2bis sono stati prelevati N.3 campioni indisturbati di terreno per le successive determinazioni di laboratorio.



Sondaggio	Sigla Campione	Prof. Prelievo m da p.c.
S2bis	C1	4,3 ÷ 4,9
S2bis	C2	7,8 ÷ 8,2
S2bis	C3	13,1 ÷ 13,5

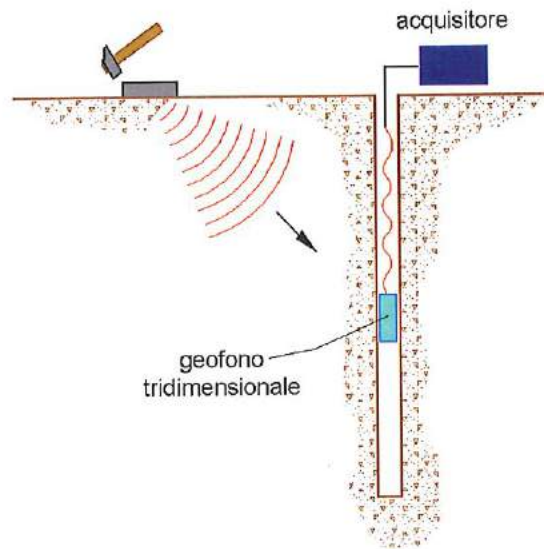
## 6.0 Misure down hole

In corrispondenza del Sondaggio S1 (Km 115+205 Paulilatino, eseguito nell'agosto 2019 e precedentemente attrezzato) è stata ripetuta una indagine geofisica comprendente n. 1 prova "down-hole" denominata S1-DHbis.

Con il metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio.

Le componenti indispensabili per una misura down hole accurata consistono:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.



Schema down hole ad un ricevitore

Il foro di sondaggio è stato rivestito mediante tubazione in PVC, e successivamente "cementato" riempiendo accuratamente lo spazio tra foro e tubo con malta a ritiro controllato (cementazione) in modo da garantire perfetta aderenza tra tubo e terreno

### Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 - 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.





Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

### Interpretazione in down hole con il metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3),  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{corr}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{corr} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1. coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{medio} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2. modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

3. modulo di compressibilità edometrica medio:

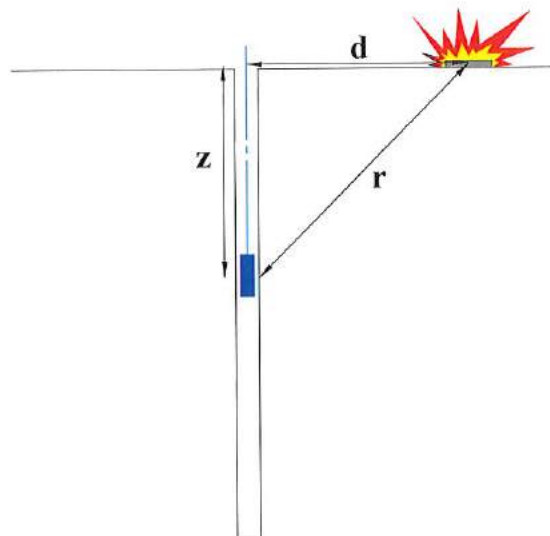
$$4.0) E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

4. modulo di Young medio:

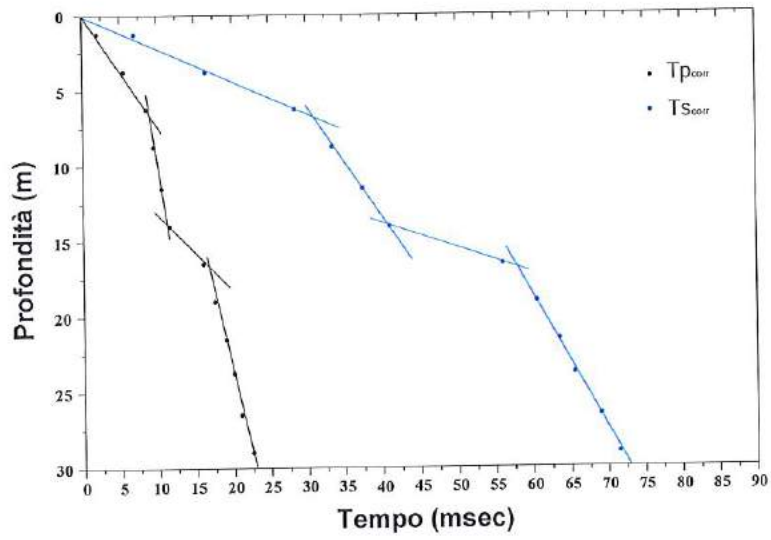
$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

5. modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$



**Schema di down hole con metodo diretto**



**Dromocrone**



## Interpretazione delle misure

## Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1.5	30	1	

## Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	2.30	5.40
2	2.00	3.30	7.90
3	3.00	4.10	10.10
4	4.00	5.10	13.20
5	5.00	6.40	14.60
6	6.00	7.50	16.00
7	7.00	9.00	17.20
8	8.00	10.10	18.70
9	9.00	10.90	20.20
10	10.00	11.60	21.40
11	11.00	12.20	23.00
12	12.00	13.00	24.70
13	13.00	13.70	26.60
14	14.00	14.10	27.60
15	15.00	14.60	28.40
16	16.00	15.00	29.10
17	17.00	15.40	29.80
18	18.00	15.80	30.40
19	19.00	16.10	31.10
20	20.00	16.50	31.40
21	21.00	17.10	32.00
22	22.00	17.50	32.70
23	23.00	17.90	33.50
24	24.00	18.30	33.90
25	25.00	18.50	34.30
26	26.00	19.00	34.90
27	27.00	19.40	35.60
28	28.00	19.50	36.30
29	29.00	19.90	37.10
30	30.00	20.50	37.90

**Risultati**

SR [m]	T <sub>pcorr</sub> [msec]	T <sub>scorr</sub> [msec]
1.8028	1.2758	2.9954
2.5000	2.6400	6.3200
3.3541	3.6672	9.0337
4.2720	4.7753	12.3596
5.2202	6.1301	13.9843
6.1847	7.2761	15.5223
7.1589	8.8002	16.8182
8.1394	9.9270	18.3797
9.1241	10.7517	19.9252
10.1119	11.4717	21.1632
11.1018	12.0881	22.7891
12.0934	12.8996	24.5093
13.0863	13.6097	26.4247
14.0801	14.0198	27.4429
15.0748	14.5275	28.2591
16.0702	14.9345	28.9730
17.0661	15.3404	29.6847
18.0624	15.7454	30.2950
19.0591	16.0501	31.0035
20.0562	16.4538	31.3121
21.0535	17.0566	31.9187
22.0511	17.4595	32.6243
23.0489	17.8621	33.4290
24.0468	18.2644	33.8340
25.0450	18.4668	34.2384
26.0432	18.9685	34.8421
27.0416	19.3701	35.5452
28.0402	19.4721	36.2480
29.0388	19.8734	37.0505
30.0375	20.4744	37.8527

**Metodo diretto**

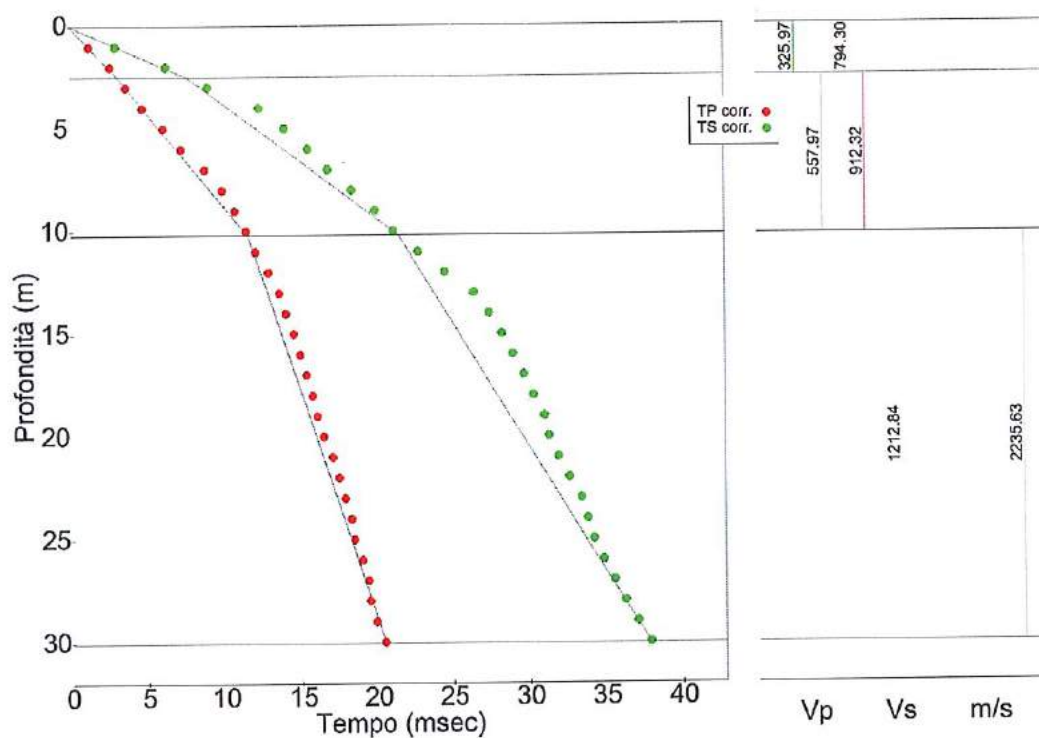
Profondità di riferimento: 30 m  
 VS30: 793.29 m/s

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	2.50
	10.20
	30.00

**Valori medi**

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
794.3	325.97	20.91	0.2	226.58	1345.31	633.84	1043.21
912.32	557.97	21.73	0.2	689.87	1844.34	1657.37	924.51
2235.63	1212.84	24.19	0.29	3629	12330.34	9373.48	7491.68

**Dromocrone**

**7.0 Analisi di laboratorio**

Per la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni sono state eseguite le determinazioni di laboratorio riepilogate nel seguente quadro sinottico.

In allegato si riportano i report dove vengono riassunte tutte le determinazioni specifiche.



QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI					
		SONDAGGIO	S2bis	S2bis	S2bis
		CAMPIONE	C1	C2	C3
		da m	4,30	7,80	13,10
		a m	4,90	8,20	13,50
<b>DETERMINAZIONE</b>					
PESO DI VOLUME NATURALE (Massa volumica apparente)		(g/cm <sup>3</sup> )	1,84	1,85	
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA		(%)	17,5	21,8	
LIMITE DI LIQUIDITA'		(%)	35	45	41
LIMITE DI PLASTICITA'		(%)	19	23	20
INDICE DI PLASTICITA'		(%)	16	22	21
INDICE DI GRUPPO			7	7	10
CLASSIFICAZIONE CNR UNI			A6	A7-6	A7-6
PROVA COMPRESSIONE ELL	Rottura	(kPa)	725,6	700,3	
	Deformazione	%	8,09	8,09	
PROVA EDOMETRICA Modulo di compressione edometrica	E [49,04 KPa]	(kPa)	5570,5		
	E [98,07 KPa]	(kPa)	8998,2		
	E [196,14 KPa]	(kPa)	6930		
	E [392,28 KPa]	(kPa)	9881,1		
	E [784,56 KPa]	(kPa)	19229,9		
	E [1569,12 KPa]	(kPa)	33171,2		
	E [3138,24 KPa]	(kPa)	54862,6		
PROVA TRIASSIALE UU	$\sigma_1$	(kPa)	771,15		705,29
	$\sigma_1$ Deformazione a rottura	%	11,01		9,07
	$\sigma_2$	(kPa)	725,20		669,95
	$\sigma_2$ Deformazione a rottura	%	9,79		8,36
	$\sigma_3$	(kPa)	698,23		607,92
	$\sigma_3$ Deformazione a rottura	%	11,81		5,12

### 8.0 Prova Lefranc

Durante la perforazione è stata eseguita, sotto il livello della falda piezometrica, n°1 prova di permeabilità tipo "Lefranc" a carico costante nel sondaggio denominato S2bis.

Le prove a carico costante possono essere eseguite sia con immissione che con emungimento di acqua.

Nel primo caso è necessario che le pareti della perforazione siano rivestite con una tubazione per tutto il tratto non direttamente interessato dalla prova stessa; prima di eseguire la prova deve essere effettuata un'accurata pulizia del foro. Le prove si eseguono misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua nel foro. La misura deve essere eseguita in condizioni di regime.

Nel secondo caso le prove sono eseguite in fori dai quali si emunge una portata costante.

Per la valutazione di K si fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI):

$$K = \frac{q}{C_f \cdot h \cdot D}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità

D = diametro tratto di prova

h = altezza del livello d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o al fondo del foro (h = costante)

q = portata immessa o emunta per mantenere h costante

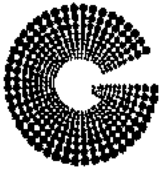
C<sub>f</sub> = coefficiente di forma

Sondaggio	H (m)	K (cm/s)
S2bis	8.0-10.0	7.584E-03 cm/sec





DETERMINAZIONI DI LABORATORIO  
E PROVE IN SITU



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

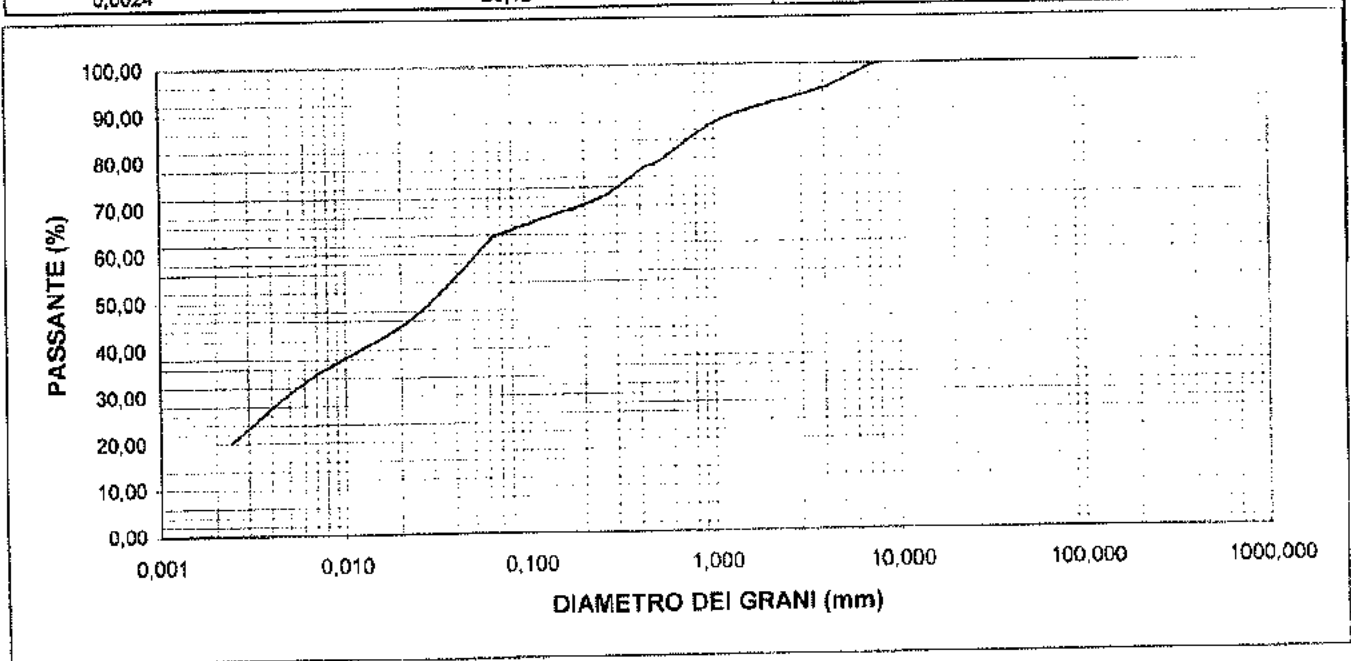
ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTÀ"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
D. CIR. ALL. ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7417/STC DEL 28/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 54313 DEL 19/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
D. CIR. ALL. ART. 55 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7619/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52467 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02-RED-01 CV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110666-ISO 9001-UNI EN ISO 9001:2004

V.D.A. N° 5444-1 DEL 12/10/2020  
 COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
 CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
 Risoluzione dei nodi critici - Lotto 2 Km 108+300 al km 158+000  
 CAMPIONE S2 bis C1 (4,30-4,90m)  
 UBICAZIONE /  
 DATA PRELIEVO 24/09/2020 DATA PROVA 13/10/2020  
 CERTIFICATO N. 041229 DEL 20 OTT. 2020

Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione UNI EN 933-1/17892-4		Limiti di Atterberg UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	35
200,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	19
125,0	100,00	INDICE PLASTICO	16
63,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	7
31,5	100,00	CLASS. UNI EN 11531-1	A6
16,0	100,00	Descrizione: Argilla limosa debolmente sabbiosa	
8,0	100,00	Stato del campione: Indisturbato	
4,0	94,79		
2,0	91,67		
1,0	87,50		
0,5	79,17		
0,43	78,13		
0,25	71,88		
0,125	67,71		
0,0630	63,54		
0,0614	62,92		
0,0230	46,35		
0,0064	33,79		
0,0024	20,12		



NOTE

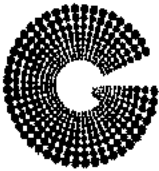
Campione consegnato a cura del Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 0158890929



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

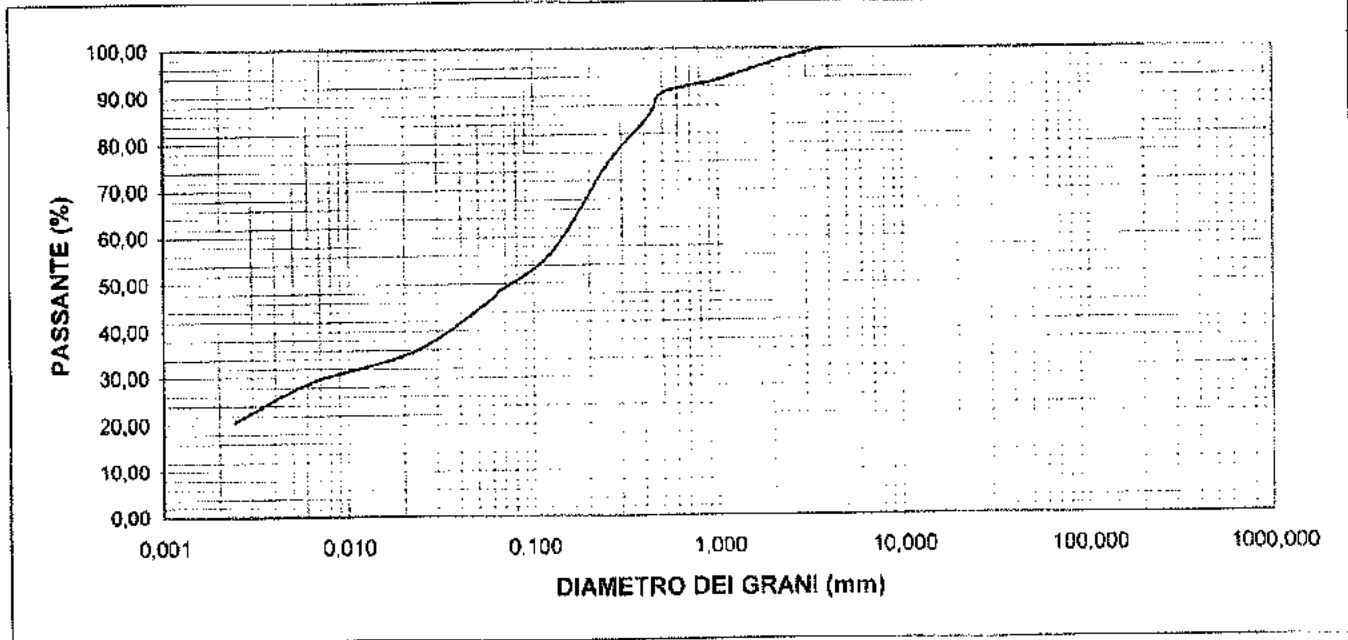
ZONA INDUSTRIALE LOC. 'PILL'E MATTA'  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TELEFAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
D.C. ALL'ART. 58 DEL D.P.R. N. 189/2001  
CIRCOLARE N. 75/78/SC DEL 08/09/2006  
AUT. MINISTERO N. 54313 DEL 13/12/2007  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
D.C. ALL'ART. 49 DEL D.P.R. N. 136/2001  
CIRCOLARE N. 76/85/SC DEL 09/06/2004  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-INO-REG-02\_NDT CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 11/0898 ISO 9001-UK: EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 5444-2 DEL 12/10/2020  
COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
Risoluzione dei nodi critici - Lotto 2 Km 108+300 al km 158+000  
CAMPIONE S2 bis G2 (7,80-8,20m)  
UBICAZIONE /  
DATA PRELIEVO 24/09/2020 DATA PROVA 13/10/2020  
CERTIFICATO N. 041230 DEL 20 OTT. 2020

Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione UNI EN 933-1/17892-4		Limiti di Atterberg UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	45
200,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	23
125,0	100,00	INDICE PLASTICO	22
63,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	7
31,5	100,00	CLASS. UNI EN 11631-1	A7-6
16,0	100,00	Descrizione:	
8,0	100,00	Argilla limosa	
4,0	100,00	Stato del campione:	
2,0	97,17	Indisturbato	
1,0	93,40		
0,5	90,57		
0,43	85,85		
0,25	75,47		
0,125	56,60		
0,0830	48,11		
0,0614	47,21		
0,0230	35,78		
0,0064	29,14		
0,0024	20,64		



### NOTE

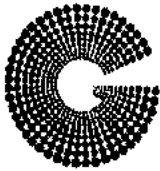
Campione consegnato a cura del Geol. Alessandro Melle

IL TECNICO

C.C.I.A.A. CAGLIARI 62034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01583990920

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

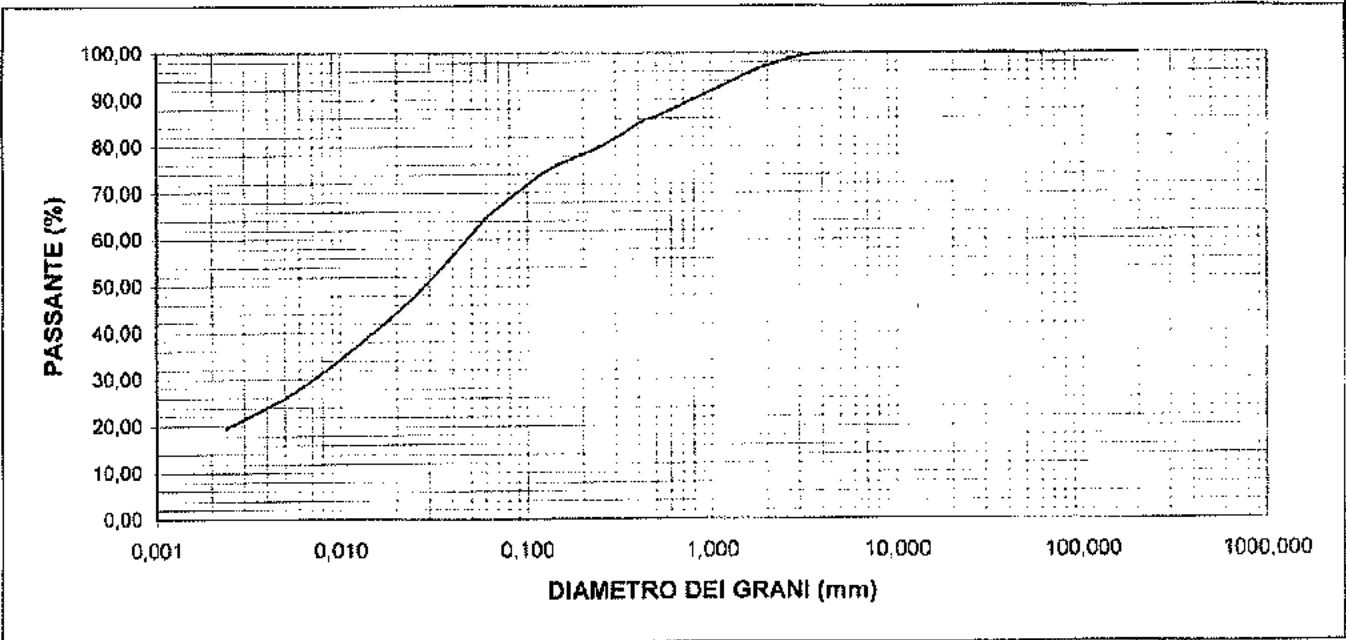
ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852608-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.336/2001  
CIRCOLARE N.7518/STC DEL 09/09/2010  
AUT. MINISTERO N.54343 DEL 18/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.336/2001  
CIRCOLARE N.7518/STC DEL 09/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 17/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO (EU) NO. 300/2008  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 14888 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 5444-3 DEL 12/10/2020  
COMMITTENTE TSC scri - Pisa  
CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
Risoluzione dei nodi critici - Lotto 2 Km 108+300 al km 158+000  
CAMPIONE S2 bis C3 (13.10-13.50m)  
UBICAZIONE /  
DATA PRELIEVO 24/09/2020 DATA PROVA 13/10/2020  
CERTIFICATO N. 041231 DEL 20 OTT. 2020

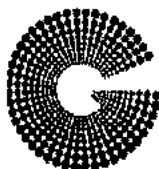
Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione UNI EN 933-1/17892-4		Limiti di Atterberg UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	41
200,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	20
125,0	100,00	INDICE PLASTICO	21
63,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	10
31,5	100,00	CLASS. UNI EN 11531-1	A7-6
16,0	100,00	Descrizione:	
8,0	100,00	Argilla limosa	
4,0	100,00	Stato del campione:	
2,0	97,27	Indisturbato	
1,0	91,82		
0,5	86,36		
0,43	85,45		
0,25	80,00		
0,125	74,55		
0,0830	65,45		
0,0614	65,12		
0,0230	46,52		
0,0064	28,67		
0,0024	19,68		



NOTE Campione consegnato a cura del Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO  
*[Signature]*

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis  
*[Signature]*



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852508-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DECRETO ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7617/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 54512 DEL 19/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DECRETO ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7618/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 11/12/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO IT-IND-REG-12, NOT. CIV.  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
DECRETO N. 110998/130/2011/11/15/14/10/1/200

V.D.A. N° 5444-1 DEL 12/10/2020  
COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131

CAMPIONE 92 bis C1 (4,30-4,90m) PROTOCOLLO \\  
UBICAZIONE \\  
DATA PROVA 15/10/2020 DATA PRELIEVO 24/09/2020

CERTIFICATO N. **041232** DEL **20 OTT. 2020**  
PROVA DI COMPRESIONE IN ESPANSIONE LATERALE LIBERA  
(ASTM D2166)

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE: Argilla limpa molto consistente

STATO DEL CAMPIONE: indisturbato

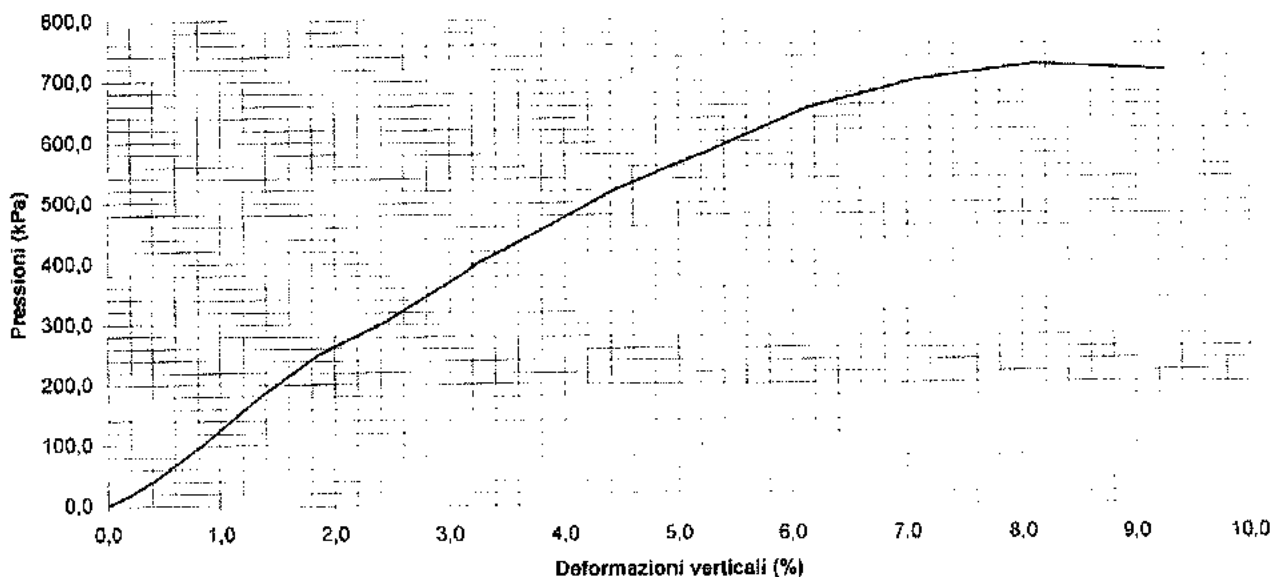
Velocità di deformazione mm/min 0,71

Diametro provino	mm	38,10	Massa Volumica naturale	kg/m <sup>3</sup>	1899,3
Altezza iniziale	mm	76,20	Umidità naturale	%	17,53
Altezza finale	mm	68,11	Pocket penetrometer	kPa	450

PRESSIONE A ROTTURA kPa 725,80

DEFORMAZIONE A ROTTURA mm 8,09

DEFORMAZIONE A ROTTURA % 8,09



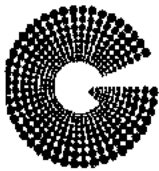
NOTE: Campione consegnato a cura del Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 84D15 8354K - PARTITA IVA 01588860929



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILLE MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 320/2001  
CIRCOLARE N. 7817/STC DEL 30/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 54310 DEL 19/12/2003  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 320/2001  
CIRCOLARE N. 7818/STC DEL 08/05/2010  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 11/06/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO MINISTERIALE N. 11/10/14  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110996 (R.G. 8001) IN ACCORDO CON ISO 9001:2008

V.D.A. N° 5444-2 DEL 12/10/2020  
COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131

CAMPIONE S2 bis C2 (7,80-8,20m) PROTOCOLLO \\  
UBICAZIONE \\  
DATA PROVA 15/10/2020 DATA PRELIEVO 24/09/2020

CERTIFICATO N. **041233** DEL **20 OTT. 2020**  
PROVA DI COMPRESSIONE IN ESPANSIONE LATERALE LIBERA  
(ASTM D2166)

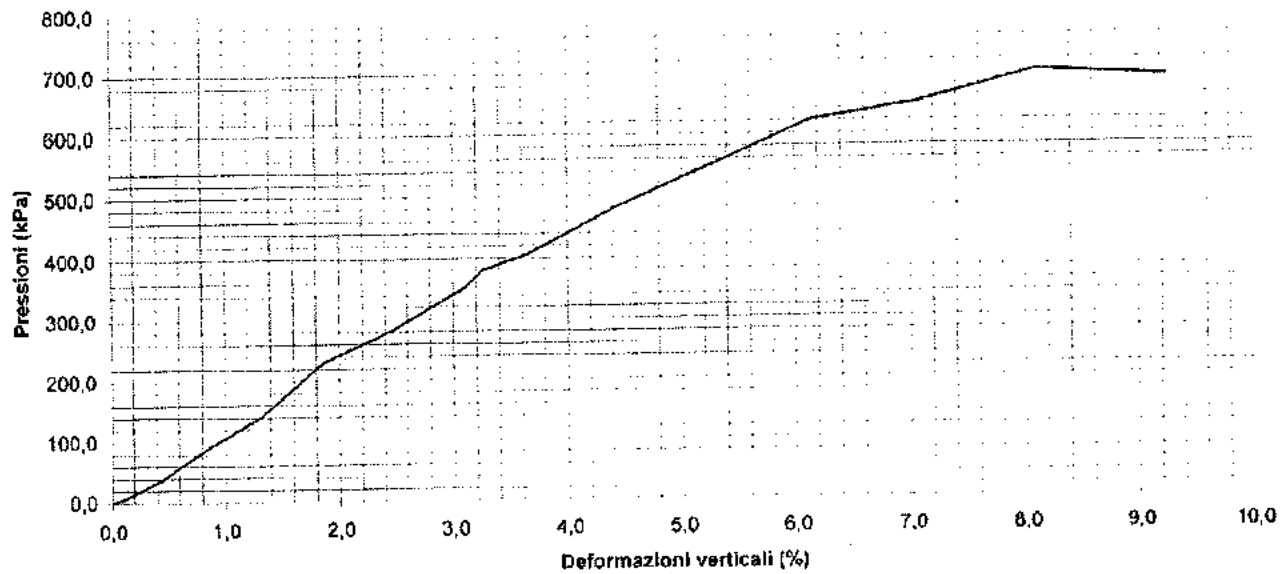
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE: Argilla limosa molto consistente

STATO DEL CAMPIONE: Indisturbato

Velocità di deformazione mm/min 0,71

Diametro provino	mm	38,10	Massa Volumica naturale	kg/m <sup>3</sup>	1853,2
Altezza iniziale	mm	76,20	Umidità naturale	%	21,82
Altezza finale	mm	68,11	Pocket penetrometer	kPa	450

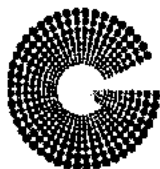
PRESSIONE A ROTTURA kPa ..... 700,30  
 DEFORMAZIONE A ROTTURA mm ..... 8,09  
 DEFORMAZIONE A ROTTURA % ..... 8,09



NOTE: Campione consegnato a cura del Geol. Alessandro Melis

IL TECNICO  
*[Signature]*

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis  
*[Signature]*



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

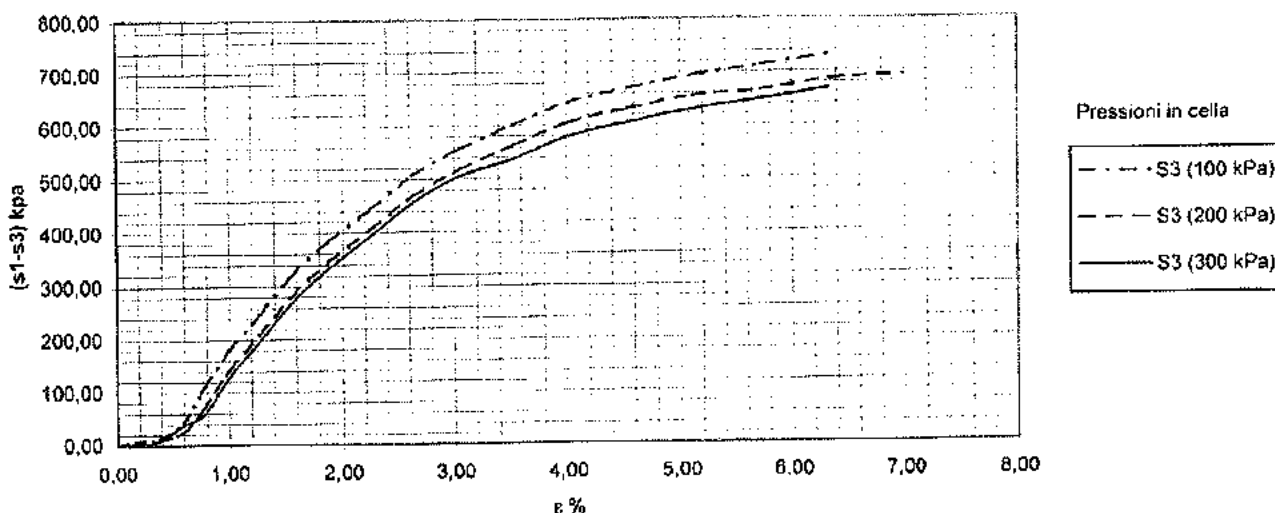
LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 309/2001  
CIRCOLARE N.7612/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 18/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 309/2001  
CIRCOLARE N. 7618/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 5712  
REGOLAMENTO DI UNICO-02 1827 CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110596-00 0001 UNI EN ISO 9001:2009

V.D.A. N° 5444-1 DEL 12/10/2020  
 COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
 CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
 Risoluzione dei nodi critici - Lotto 2 Km 108+300 al km 158+000  
 CAMPIONE C1 (4,30-4,90m)  
 UBICAZIONE \ PROTOCOLLO \  
 DATA PRELIEVO 24/09/20 DATA PROVA 13/10/2020  
 CERTIFICATO N. 041234 DEL 20 OTT. 2020

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850 - AGI 1994)

Descrizione Campione:	Argilla limosa molto consistente	Pocket penetrometer:	450	kPa
		Velocità di deformazione:	0,40	mm/min

Descrizione	unità di misura	provino 1	provino 2	provino 3
Diametro provino	mm	38,10	38,10	38,10
Altezza iniziale	mm	76,20	76,20	76,20
Altezza finale	mm	76,20	76,20	76,20
Densità naturale	Kg/m <sup>3</sup>	1905,54	1900,93	1902,20
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26,43	26,43	26,43
Umidità naturale	%	17,53	17,53	17,53
Pressione in cella	Kpa	100,00	200,00	300,00
Tensione deviatorica	kPa	771,15	725,23	598,23
Deformazione a rottura	%	11,01	9,79	11,81

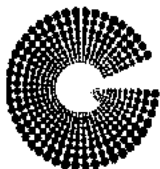


NOTE: Campioni consegnati a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE  
P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis

S.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN/GNN 84D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 382/2001  
CIRCOLARE N. 2617/S/0 DEL 06/08/2010  
AUT. MINISTERO N. 5473 DEL 15/10/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 58 DEL D.P.R. N. 382/2001  
CIRCOLARE N. 7818/S/0 DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO HA 100/02 DEL 09/07/02  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N° 1-0296-80 SEDI UNIFA/0-0291-2304

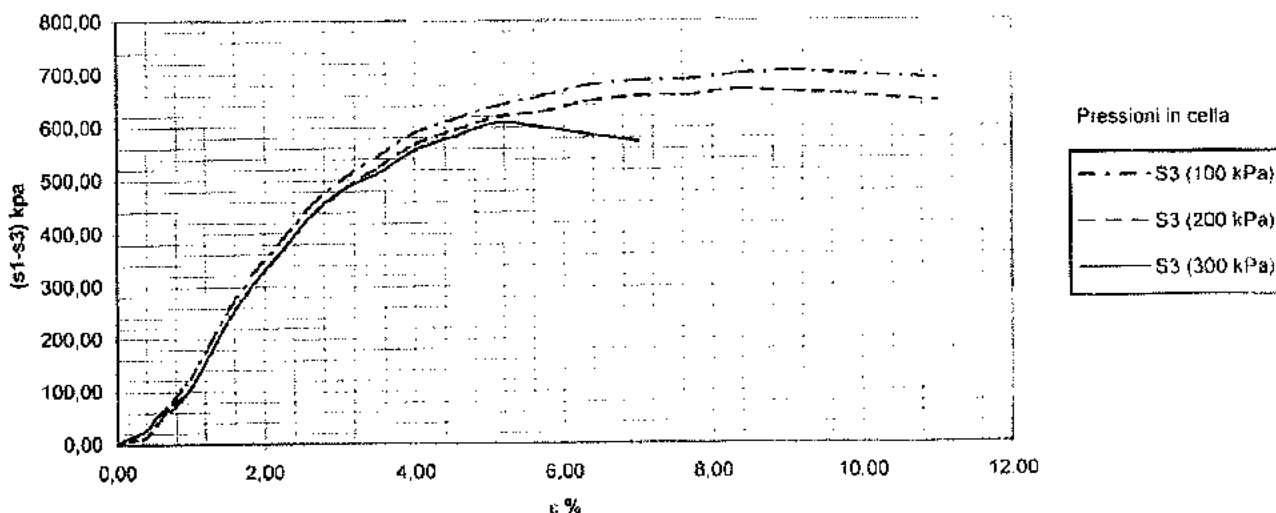
V.D.A. N° 5444-3 DEL 12/10/2020  
COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
Risoluzione dei nodi critici - Loto 2 Km 108+300 al km 158+000  
CAMPIONE S2 bis C3 (13,10-13,50m)  
UBICAZIONE \ PROTOCOLLO \  
DATA PRELIEVO 24/09/20 DATA PROVA 13/10/2020

CERTIFICATO N. 041235 DEL 20 OTT. 2020

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850 - AGI 1994)

Descrizione Campione:	Argilla limosa molto consistente	Pocket penetrometer:	450	kPa
		Velocità di deformazione:	0.40	mm/min

Descrizione	unità di misura	provino 1	provino 2	provino 3
Diametro provino	mm	38,10	38,10	38,10
Altezza iniziale	mm	76,20	76,20	76,20
Altezza finale	mm	76,20	76,20	76,20
Densità naturale	Kg/m <sup>3</sup>	1891,03	1896,79	1891,03
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26,43	26,43	26,43
Umidità naturale	%	20,29	20,29	20,29
Pressione in cella	Kpa	100,00	200,00	300,00
Tensione deviatorica	kPa	705,29	669,95	607,92
Deformazione a rottura	%	9,07	8,36	5,12



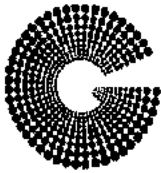
NOTE: Campioni consegnati a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE  
P.M. Roberto Aste

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929





# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILLE MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
CIRCOLARE N. 59 DEL D.P.R. N. 387/2001  
CIRCOLARE N. 7617/810 DEL 08/04/2010  
AUT. MINISTERO N. 54813 DEL 19/12/2003  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
CIRCOLARE N. 52/05 DEL 14/03/2004  
CIRCOLARE N. 7618/10 DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52287 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI-EN ISO 9012  
REGOLAMENTO (T.M.U.) N. 62/07/07 C.V.  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110998 ISO 9001/AUN/EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 5444-1 DEL 12/10/2020  
 COMMITTENTE TSC srl - Pisa  
 CANTIERE Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131  
 CAMPIONE S2 bis C1 (4,30-4,90m)  
 UBICAZIONE \  
 DATA PROVA 13/10/2020 DATA PRELIEVO 24/09/20  
 CERTIFICATO N. 041236 DEL 20 OTT. 2020

## PROVA EDOMETRICA (ASTM D2435)

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE: Argilla limosa molto consistente

### CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Altezza provino	cm	2,000
Area provino	cm <sup>2</sup>	40,00
Umidità Iniziale	%	17,53
Densità naturale	kN/m <sup>3</sup>	18,39
Densità secca	kN/m <sup>3</sup>	16,64
Peso specifico reale dei grani	kN/m <sup>3</sup>	26,01
Grado di saturazione	%	70,19
Indice dei vuoti	e	0,663
Pocket Penetrometer	kPa	450

### CICLI DI CARICO

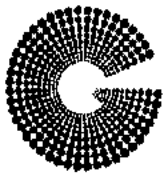
Pressione kPa	Cedimento mm	Indice dei vuoti e	Modulo Edometrico kPa	Coeff. di consolidazione cm <sup>2</sup> /sec	Coeff. di Permeabilità m/sec
0	0,000	0,663	\	\	\
49	0,088	0,655	11144	1,83E-05	2,87E-07
98	0,197	0,646	8958	3,51E-03	2,41E-07
196	0,480	0,623	6862	5,21E-03	4,12E-07
392	0,877	0,590	9644	3,73E-03	1,91E-07
785	1,285	0,556	18366	\	\
1569	1,758	0,516	31042	\	\
3138	2,330	0,469	50042	\	\
785	2,102	0,488	\	\	\
196	1,805	0,512	\	\	\
78	1,488	0,538	\	\	\

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE  
Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890927



# GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

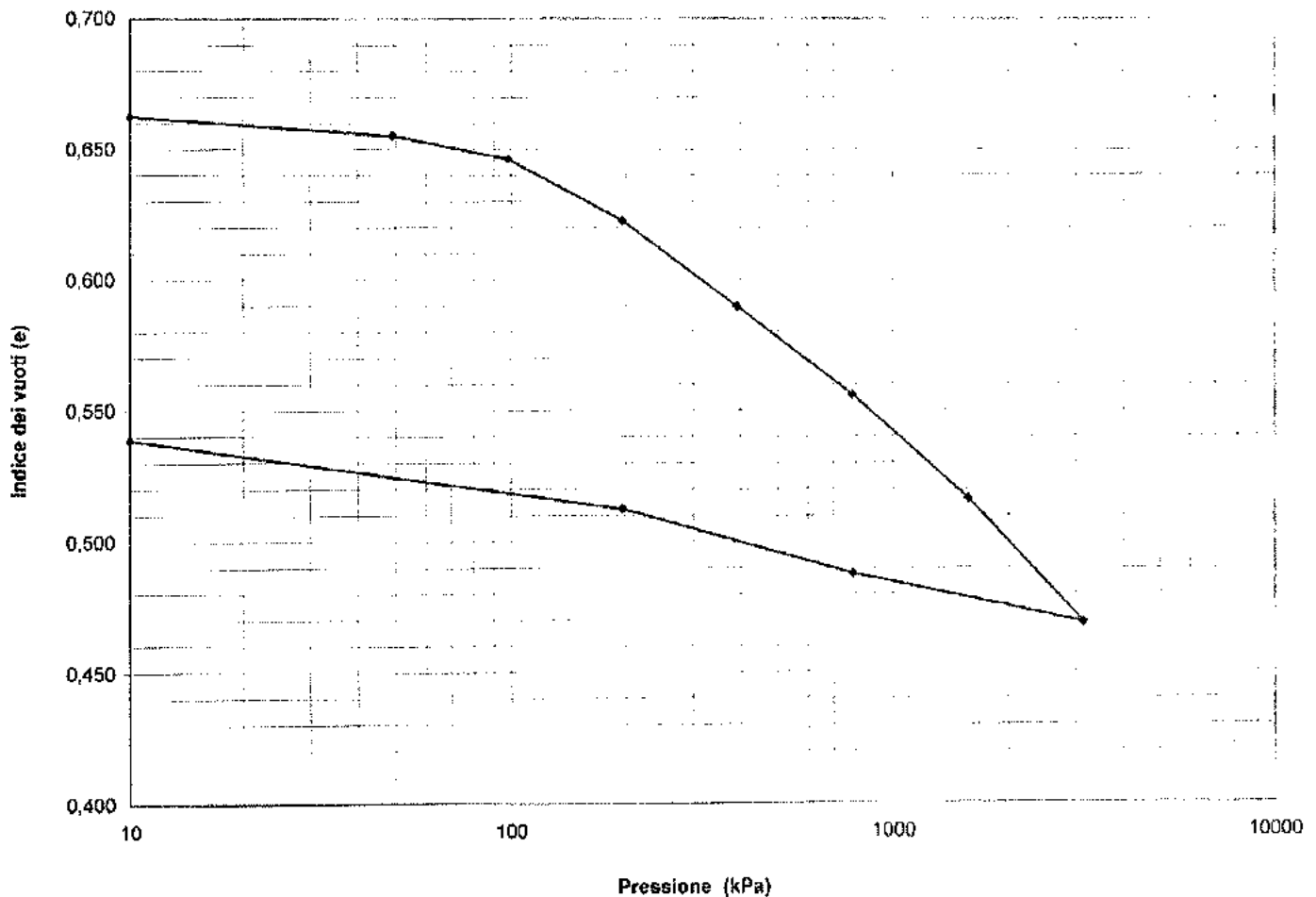
ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
D9044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852608-070862424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
D.L. 5/3/1999 N. 59 DEL D.P.R. N. 306/2001  
CIRCOLARE N. 781/215/TC DEL 28/06/2010  
AUT. MINISTERO N. 54313 DEL 19/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
D.L. 5/3/1999 N. 59 DEL D.P.R. N. 306/2001  
CIRCOLARE N. 781/215/TC DEL 28/06/2010  
AUT. MINISTERO N. 54487 DEL 11/16/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9001  
REGOLAMENTO UNI EN ISO 9001  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001/2008

V.D.A. N°	5444-1	DEL	12/10/20
COMMITTENTE	TSC srl - Pisa		
CANTIERE	Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131		
CAMPIONE	S2 bis C1 (4,30-4,90m)		
UBICAZIONE	\		
DATA PROVA	24/09/20	DATA PRELIEVO	13/10/20
CERTIFICATO N.	<b>041236</b>	DEL	<b>20 OTT. 2020</b>

### PROVA EDOMETRICA GRAFICO Indice dei vuoti-Log Pressioni



LO SPERIMENTATORE

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890922

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

## PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

Pagina 1/1

Committente: TSC srl

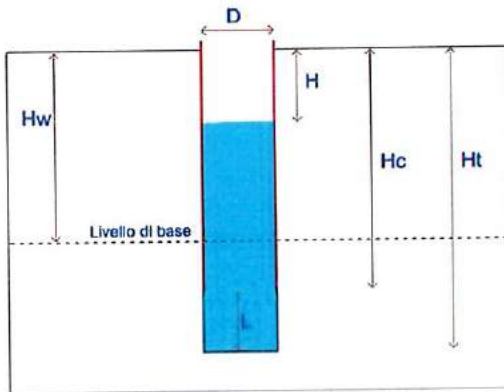
CANTIERE : Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 Carlo Felice. Risoluzione dei nodi critici. Lotto n.2 dal Km 108+300 al Km 158+000  
Interventi di sistemazione e ampliamento dei margini laterali dal Km 108+300 al Km 109+825

Data esecuzione 24.09.2020

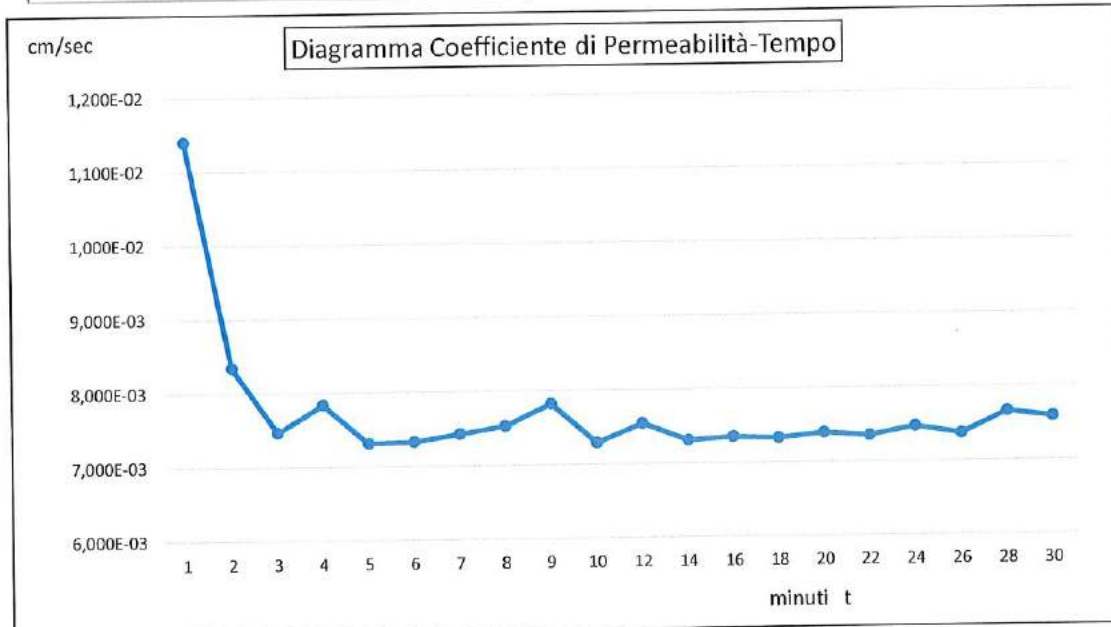
Certificato N.

Data 02.10.2020

Sondaggio		S2 bis	
Livello di base dell'acqua dal p.c.	[Hw] (m)	1,5	
Livello dell'acqua dal p.c.	[H] (m)	0,01	
Diametro del tratto di prova	[D] (m)	0,103	
Profondità del rivestimento	[Hc] (m)	8,0	
Profondità del foro	[Ht] (m)	10,0	
Coefficiente di forma	[C]	343,3	
L = Tratto prova			



Tempo minuti	Portata litri/sec	Assorbimento parziale litri	Assorbimento totale litri	Permeabilità cm/sec
1,0	0,585	0,04	0,04	1,140E-02
2,0	0,427	0,03	0,06	8,347E-03
3,0	0,382	0,02	0,80	7,467E-03
4,0	0,401	0,02	0,11	7,838E-03
5,0	0,374	0,02	0,13	7,311E-03
6,0	0,375	0,02	0,15	7,330E-03
7,0	0,380	0,02	0,18	7,428E-03
8,0	0,385	0,02	0,20	7,526E-03
9,0	0,400	0,02	0,22	7,819E-03
10,0	0,373	0,02	0,24	7,291E-03
12,0	0,386	0,05	0,29	7,545E-03
14,0	0,374	0,04	0,34	7,311E-03
16,0	0,376	0,05	0,38	7,350E-03
18,0	0,375	0,05	0,43	7,330E-03
20,0	0,377	0,05	0,47	7,396E-03
22,0	0,376	0,05	0,52	7,350E-03
24,0	0,382	0,05	0,56	7,467E-03
26,0	0,377	0,05	0,61	7,369E-03
28,0	0,392	0,05	0,65	7,662E-03
30,0	0,388	0,05	0,70	7,584E-03



Kh = 7.584E-03 cm/sec

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2015 - Cert.N. SCQ022/09

Verbale Geothema:	02/AG/20 del 17/01/2020
Contratto di riferimento prot. n°:	---
Il Richiedente le prove:	TSC Srl Via delle Trincere, 11 - 56127 Pisa (PI)
Luogo e data richiesta:	Pisa (PI), 25/05/2020
Vs. Rif. Richiesta:	anas.CDG.ST CA.REGISTRO UFFICIALE.P.0259305.25-05-2020
Impresa esecutrice:	ATI Cemes Spa - Ser.Lu. Costruzioni Srl - CESI Srl Unipersonale Via Montelungo, 15/17 - 56122 Pisa (PI)
Fornitore:	---
Ente committente:	A.N.A.S. Spa - Compartimento per la viabilità della Sardegna Via Biasi, 27 - 09131 Cagliari (CA)
Oggetto:	Esecuzione prove di laboratorio su sondaggio continuo
Campioni / prove:	Campioni consegnati da richiedente su cassetta catalogatrice 1) Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01
Cantiere:	Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"
Documento di riferimento:	---
Osservazioni:	Campioni consegnati da richiedente su cassetta catalogatrice.
Prove eseguite:	N° 47 - STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731) N° 12 - STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTIC MODULI OF INTACT ROCK CORE SPECIMENS UNDER VARYING STATES OF STRESS AND TEMPERATURES (ASTM D 7012)

I risultati riportati nel presente documento sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
Le incertezze estese associate ai valori misurati se riportate nel presente documento garantiscono un livello di confidenza del 95% con fattore di copertura K=2  
E' vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione della Geothema S.r.l.

Il redattore del rapporto di prova

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Filzerin

RP COP. rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 1 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Scrl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

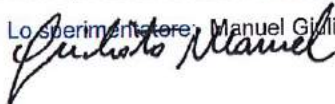
Data inizio: 26/10/2020

Data fine: 26/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	$I_s$ (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	Litologia
S1-1A	2.00 - 2.25	54.5	4.901	1.65	1.72	Basalto con abbondanti vucooli
S1-1B	2.23 - 2.35	54.5	5.228	1.76	1.83	Basalto mediamente vacuolare
S1-1C	2.35 - 2.45	54.5	5.614	1.89	1.96	Basalto mediamente vacuolare
S1-1D	3.00 - 3.10	54.5	9.386	3.16	3.28	Basalto mediamente vacuolare
S1-1E	3.36 - 3.53	54.5	10.856	3.65	3.80	Basalto mediamente vacuolare
S1-1F	4.35 - 4.40	54.5	8.256	2.78	2.89	Basalto mediamente vacuolare
S1-1G	4.40 - 4.55	54.5	6.386	2.15	2.24	Basalto mediamente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato



ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Frizzarin



C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 2 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Srl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

Data inizio: 27/10/2020

Data fine: 27/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	I <sub>s</sub> (MPa)	I <sub>s(50)</sub> (MPa)	Litologia
S1-2A	6.00 - 6.12	54.5	2.644	0.89	0.93	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-2B	6.55 - 6.76	54.5	3.526	1.19	1.23	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-2C	6.55 - 6.77	54.5	3.121	1.05	1.09	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-2D	7.00 - 7.35	54.5	7.039	2.37	2.46	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-2E	7.55 - 7.75	54.5	6.856	2.31	2.40	Basalto mediamente vacuolare
S1-2F	7.55 - 7.75	54.5	8.632	2.91	3.02	Basalto mediamente vacuolare
S1-2G	9.20 - 9.38	54.5	9.535	3.21	3.34	Basalto debolmente vacuolare
S1-2H	9.50 - 9.75	54.5	7.604	2.56	2.66	Basalto mediamente vacuolare
S1-2I	9.75 - 10.00	54.5	7.422	2.50	2.60	Basalto debolmente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato  
*Manuel Giuliato*

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Fizzarin  
*Cristian Fizzarin*

ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 3 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Srl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

Data inizio: 27/10/2020

Data fine: 27/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	I <sub>s</sub> (MPa)	I <sub>s(50)</sub> (MPa)	Litologia
S1-3A	10.00 - 10.20	54.5	6.861	2.31	2.40	Basalto debolmente vacuolare
S1-3B	11.20 - 11.75	54.5	7.263	2.45	2.54	Basalto debolmente vacuolare
S1-3C	11.20 - 11.75	54.5	7.056	2.38	2.47	Basalto debolmente vacuolare
S1-3D	12.40 - 12.70	54.5	8.235	2.77	2.88	Basalto debolmente vacuolare
S1-3E	13.0 - 13.30	54.5	7.224	2.43	2.53	Basalto debolmente vacuolare
S1-3F	13.70 - 13.85	54.5	7.558	2.54	2.65	Basalto debolmente vacuolare
S1-3G	14.40 - 14.55	54.5	7.836	2.64	2.74	Basalto debolmente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Gialliato



ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Prizzarin



C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 4 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

Campione/prova: **Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01**  
 Richiedente: TSC Srl  
 Cantiere: Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

Data inizio: 28/10/2020

Data fine: 28/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	$I_p$ (MPa)	$I_{p(50)}$ (MPa)	Litologia
S1-4A	16.50 - 16.75	54.5	8.120	2.73	2.84	Basalto debolmente vacuolare
S1-4B	17.30 - 17.65	54.5	8.623	2.90	3.02	Basalto debolmente vacuolare
S1-4C	17.30 - 17.65	54.5	8.453	2.85	2.96	Basalto debolmente vacuolare
S1-4D	18.55 - 18.75	54.5	12.890	4.34	4.51	Basalto debolmente vacuolare
S1-4E	18.55 - 18.75	54.5	12.420	4.18	4.35	Basalto debolmente vacuolare
S1-4F	19.00 - 19.50	54.5	10.523	3.54	3.68	Basalto debolmente vacuolare
S1-4G	19.00 - 19.50	54.5	11.538	3.88	4.04	Basalto massivo
S1-4H	19.55 - 19.80	54.5	10.856	3.65	3.80	Basalto massivo

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato



ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristiano Prizzarin



C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001

Pag. 5 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui materiali da costruzione (L. 1086/71) e per prove sulle terre e sulle rocce, con estensioni



**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Srl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

Data inizio: 29/10/2020

Data fine: 29/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

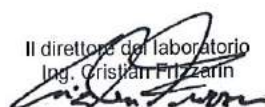
Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	I <sub>s</sub> (MPa)	I <sub>s(50)</sub> (MPa)	Litologia
S1-5A	20.25 - 20.55	54.5	15.653	5.27	5.48	Basalto massivo
S1-5B	20.55 - 20.75	54.5	14.239	4.79	4.98	Basalto massivo
S1-5C	22.15 - 22.30	54.5	4.248	1.43	1.49	Basalto fratturato
S1-5D	23.50 - 23.95	54.5	5.835	1.90	1.98	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-5E	23.50 - 23.95	54.5	7.569	2.55	2.65	Basalto mediamente vacuolare
S1-5F	24.40 - 24.65	54.5	10.218	3.44	3.58	Basalto mediamente vacuolare
S1-5G	24.65 - 25.00	54.5	9.527	3.21	3.33	Basalto mediamente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato  


ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Frizzarin  


C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 6 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Scrl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINATION OF THE POINT LOAD STRENGTH INDEX OF ROCK AND APPLICATION TO ROCK STRENGTH CLASSIFICATIONS (ASTM D 5731)**

Data inizio: 30/10/2020

Data fine: 30/10/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	I <sub>p</sub> (MPa)	I <sub>s(60)</sub> (MPa)	Litologia
S1-6A	25.45 - 25.76	54.5	8.109	2.73	2.84	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-6B	25.45 - 25.76	54.5	8.305	2.80	2.91	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-6C	26.00 - 26.30	54.5	9.456	3.18	3.31	Basalto mediamente vacuolare
S1-6D	26.75 - 26.95	54.5	10.124	3.41	3.54	Basalto mediamente vacuolare
S1-6E	27.00 - 27.30	54.5	11.320	3.81	3.96	Basalto mediamente vacuolare
S1-6F	28.30 - 28.55	54.5	7.922	2.67	2.77	Basalto debolmente vacuolare
S1-6G	28.30 - 28.55	54.5	12.324	4.15	4.31	Basalto debolmente vacuolare
S1-6H	29.50 - 29.65	54.5	18.501	6.23	6.48	Basalto mediamente vacuolare
S1-6I	29.65 - 29.95	54.5	15.635	5.26	5.47	Basalto mediamente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato  
*Manuel Giuliato*

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristiano Prizzarin  
*Cristiano Prizzarin*

ASTM D 5731 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 7 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Scrl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTIC MODULI OF INTACT ROCK CORE SPECIMENS UNDER VARYING STATES OF STRESS AND TEMPERATURES (ASTM D 7012)**

Data inizio: 02/11/2020

Data fine: 02/11/2020


Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Gradiente di carico: 0.5 MPa/s

Metodo di prova: METODO C - Resistenza a compressione monoassiale

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	Res. a comp. (MPa)	Descrizione provino	Litologia
S1-1C	2.45 - 2.60	82.5	476.93	89.2	fessure, schegge	Basalto debolmente vacuolare
S1-1E	3.10 - 3.30	54.5	166.22	71.3	lesioni, schegge	Basalto mediamente vacuolare
S1-1H	3.53 - 3.72	54.5	184.84	79.2	fessure, lesioni, schegge	Basalto debolmente vacuolare
S1-1I	4.10 - 4.30	81.9	401.84	76.3	fessure, schegge	Basalto mediamente vacuolare
S1-2B	6.25 - 6.42	54.5	87.28	37.4	lesioni (presenza vuoti)	Basalto con abbondanti vuoli
S1-2G	9.50 - 9.75	82.2	382.50	72.1	fessure, schegge	Basalto mediamente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato

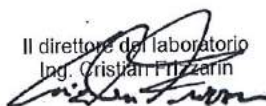


ASTM D 7012 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Fizzarin



C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 8 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Campione/prova:** Sondaggio continuo S1 - sigla Geothema 02/AG/20-01  
**Richiedente:** TSC Srl  
**Cantiere:** Primo Contratto Applicativo - "lavori di sistemazione ed ampliamento dei margini laterali della S.S. 131 "Carlo Felice" dal km 108+300 al km 109+825"

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTIC MODULI OF INTACT ROCK CORE SPECIMENS UNDER VARYING STATES OF STRESS AND TEMPERATURES (ASTM D 7012)**

Data inizio: 03/11/2020

Data fine: 03/11/2020

Tipo campione: Spezzoni di carota - Campioni provenienti da sondaggio continuo

Gradiente di carico: 0.5 MPa/s

Metodo di prova: METODO C - Resistenza a compressione monoassiale

Sigla	Quota prelievo (m dal p.c)	D (mm)	P (kN)	Res. a comp. (MPa)	Descrizione provino	Litologia
S1-3B	10.50 - 10.70	54.5	193.36	82.9	tagli, schegge	Basalto debolmente vacuolare
S1-4A	16.75 - 16.90	54.5	166.22	71.3	lesioni, schegge	Basalto debolmente vacuolare
S1-5D	24.40 - 24.65	54.5	135.70	58.2	fratture, schegge (presenza vuoti)	Basalto mediamente vacuolare
S1-6B	25.45 - 25.76	82.4	231.68	43.4	fessure	Basalto con abbondanti vacuoli
S1-6F	29.35 - 29.50	82.7	448.28	83.5	fessure	Basalto debolmente vacuolare
S1-6G	29.65 - 29.95	54.5	139.70	59.9	fessure, lesioni, schegge	Basalto mediamente vacuolare

Lo sperimentatore: Manuel Giuliato



Il direttore del laboratorio  
Ing. Cristian Fritzerin



ASTM D 7012 rev. 00

**Geothema srl**  
Global service nel controllo qualità  
delle pavimentazioni e dei materiali stradali

Via Bachelet, 14 30037 Gardigiano di Scorzè (VE) Italy  
Tel +39 041 448431 Fax +39 041 5839560  
info@geothemalab.it www.geothemalab.it  
PEC amministrazione@pec.geothemalab.it

C.F. e P. IVA 02653720272  
R.E.A. di Venezia N. 231085  
Cap. Soc. € 50.000 i.v.  
Azienda con sistema qualità  
certificato ISO 9001

Pag. 9 di 9

Laboratorio autorizzato dal Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti  
per prove sui materiali da costruzione  
(L. 1086/71) e per prove sulle terre e  
sulle rocce, con estensioni

**Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 "Carlo Felice".  
Risoluzione dei nodi critici. Lotto n. 2 dal km 108+300 al km 158+000.**

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO S1**

COORDINATE Gauss Boaga  
Latitudine Nord: **4433914,208**  
Longitudine Est: **1477453,160**

Data di esecuzione	27/07/2019
Quota s.l.m.	173,590 metri
Profondità raggiunta	30 metri

Documentazione fotografica



Fig. 1 – Immagine satellitare dove è evidenziata in giallo l'ubicazione del sondaggio geognostico SG1



Fig. 2 – Esecuzione del sondaggio mediante perforatrice idraulica MK 900 D



Fig. 3 – Posizionamento del sondaggio mediante stazione GPS

**Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 "Carlo Felice".  
Risoluzione dei nodi critici. Lotto n. 2 dal km 108+300 al km 158+000.**

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO S2**

COORDINATE Gauss Boaga  
Latitudine Nord: **4458128,717**  
Longitudine Est: **1480658,720**

Data di esecuzione	24/09/2020
Quota s.l.m.	539,394 metri
Profondità raggiunta	35 metri

Documentazione fotografica



Fig. 1 – Immagine satellitare dove è evidenziata in giallo l'ubicazione del sondaggio geognostico SG2



Fig. 2 – Esecuzione del sondaggio mediante perforatrice idraulica MK 900 D



Fig. 3 – Posizionamento del sondaggio mediante stazione GPS



### 3.1 Allegato 1 – Risultati delle prospezioni sismiche down-hole

Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
783.82	333.85	22.82	0.3892	259.36	1429.64	720.61	1083.83
733.03	300.79	21.18	0.3988	195.4	1160.51	546.65	899.97
973.52	368.5	21.32	0.4164	295.22	2060.42	836.3	1666.8
902.45	300.67	20.31	0.4376	187.23	1686.69	538.32	1437.05
738.12	615.5	22.37	0.4085	864.17	1242.79	1728.34	390.56
872.6	650.2	22.38	0.4263	964.79	1737.68	1929.58	451.29
856.12	571.66	22.72	0.4117	1379.56	997.37	2759.12	403..65
887.47	540.41	22.15	0.4341	926.34	1778.94	1852.68	543.82
1212.56	647.04	22.1	0.3009	943.48	3313.43	2454.75	2055.46
1388.89	807.75	22.81	0.2444	1517.6	4486.84	2777.11	2463.37
1622.32	615.04	21.83	0.4161	842.05	5858.77	2384.85	4736.03
1232.29	581.33	21.61	0.3569	744.35	3344.71	2020.02	2352.24
1408.25	522.08	21.22	0.4203	589.24	4287.21	1673.8	3501.56
2438.43	982.13	23.47	0.4032	2308.5	4230.26	6478.57	4152.26
1969.67	1225.19	24.23	0.1844	1708.85	4585.61	8785.52	4640.47
2457.01	1400.76	24.68	0.2592	1938.01	5192.82	5435.88	5608.81
2463.66	1405.09	24.69	0.2492	4970.6	5281.36	4515.97	5653.89
2469.13	1638.54	25.22	0.1065	6904.6	5678.78	5279.88	6472.65
2281.92	1411.43	24.71	0.3865	2019.62	6139.88	3919.41	7447.06
2477.09	3240.45	27.54	0.3865	2488.58	5231.65	4771.84	6645.36
2058.92	1648.53	25.24	0.3061	2994.59	5083.04	3989.18	5462.15
2482.01	1417.24	24.72	0.2581	2063.08	5528.69	2739.72	5777.92
2383.85	1342.72	24.28	0.3331	3823.5	5274.92	4194.22	5176.92
2485.71	1469.14	26.62	0.3415	2549.27	5772.13	3098.54	6653.47
2140.71	1472.82	26.62	0.3329	2598.37	5262.24	4247.93	7131.08
1993.23	1456.46	25.26	0.3112	2067.64	5233.58	4135.28	5510.05
2490.04	1422.27	24.74	0.2579	2103.21	5641.98	2838.66	5837.7
2603.99	1422.88	24.74	0.4892	2107.58	42484.9	5212.42	4674.8
2591.92	1246.11	24.29	0.3333	2846.09	5380.42	4255.98	4252.29
2563.89	1246.57	24.29	0.4013	2848.93	5857.35	5697.86	4725.44

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
758.3	317.97	20.91	0.4	226.58	1345.31	633.84	1043.21
978.92	562.97	21.73	0.2	689.87	1844.34	1657.37	924.51
2230.70	1358.34	24.50	0.33	2225.83	6232.52	4283.78	5320.61