



PROVINCIA  
DI AREZZO

SETTORE VIABILITA' E LAVORI PUBBLICI  
Servizio di Coordinamento Lavori Pubblici e PNRR

Coordinamento  
Lavori Pubblici  
e PNRR



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA'  
ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS  
TRA PIEVE S.STEFANO NORD E CANILI  
lotto 1 stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori  
sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone  
CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013

PROGETTO ESECUTIVO

STAZIONE APPALTANTE: PROVINCIA DI AREZZO - Settore Viabilità e Lavori Pubblici

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE

Ing. D. BONADIES  
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. M. RASIMELLI  
Ing. R. ALUIGI  
Ing. S. PELLEGRINI  
Ing. A. POLLI  
Ing. M. MARELLI  
Ing. A. LUCIA

IL GEOLOGO

Dott. Geol. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. P. BRACCIALI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Str. del Colle, 1/a - Fraz. Fontane  
05132 Perugia - Italia



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

MANDATARIA



**PINI**  
SWISS

**PINI SWISS ENGINEERS SA**

Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



**PINI**  
ITALIA

**PINI SWISS ENGINEERS Srl**

Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

DOCUMENTAZIONE INDAGINE GEOTECNICHE

RELAZIONE SUI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

CODICE UNICO DI PROGETTO (CUP) I27H23000190001

P00\_GE00\_GEO\_RE02\_A

REVISIONE

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

- - - - -

-

- - - - -

CODICE  
ELAB.

P00GE00GEORE02

A

-----

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

GIUGNO 2024

PIAZZOLI

ARCELLI

BONADIES

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 2 di 16
--	---

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. CAMPAGNA DI INDAGINE PREGRESSA (2016)</b>	<b>8</b>
<b>3. CAMPAGNA DI INDAGINE ESEGUITA PER LA PRESENTE PROGETTAZIONE (2020)</b>	<b>10</b>
<b>4. SONDAGGI GEOGNOSTICI</b>	<b>13</b>
<b>5. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>14</b>
<b>6. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b>	<b>15</b>
<b>7. INDAGINI SISMICHE MASW</b>	<b>16</b>

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 3 di 16
--	---

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati delle indagini geognostiche, sismiche e geotecniche eseguite a supporto del progetto esecutivo dei *“Lavori di ripristino della funzionalità della viabilità alternativa all'itinerario S.S.3 Bis tra Pieve Santo Stefano e Verghereto”*.

Per la redazione del presente studio geologico e sismico sono stati eseguiti sia sopralluoghi e rilievi che hanno riguardato il sito di progetto e l'area immediatamente circostante, nonché ricercati, consultati, analizzati ed utilizzati dati bibliografici e dati pubblicati dallo Stato e dalle altre Amministrazioni e Istituzioni Pubbliche inerenti l'area. A supporto della presente progettazione sono stati utilizzati sia i risultati di indagini geognostiche precedenti, effettuate nell'anno 2016 dal ANAS S.p.A. Compartimento per la Viabilità della Regione Toscana, sia i risultati della campagna di indagine geognostica, sismica, geotecnica e ambientale specificamente pianificata dalla RPA ed eseguita nei mesi di aprile e maggio 2020.

I risultati delle indagini geotecniche, geofisiche e delle prove laboratorio sono riportate nell'elaborato di progetto **P00\_GE00\_GEO\_RE03\_A** *“Risultati delle indagini geotecniche, geofisiche e delle prove di laboratorio”*, mentre per i risultati delle analisi chimiche si rimanda all'elaborato di progetto **T00\_SG00\_AMB\_RE01\_A** *“Certificati delle analisi chimiche sulle terre e rocce da scavo”*.

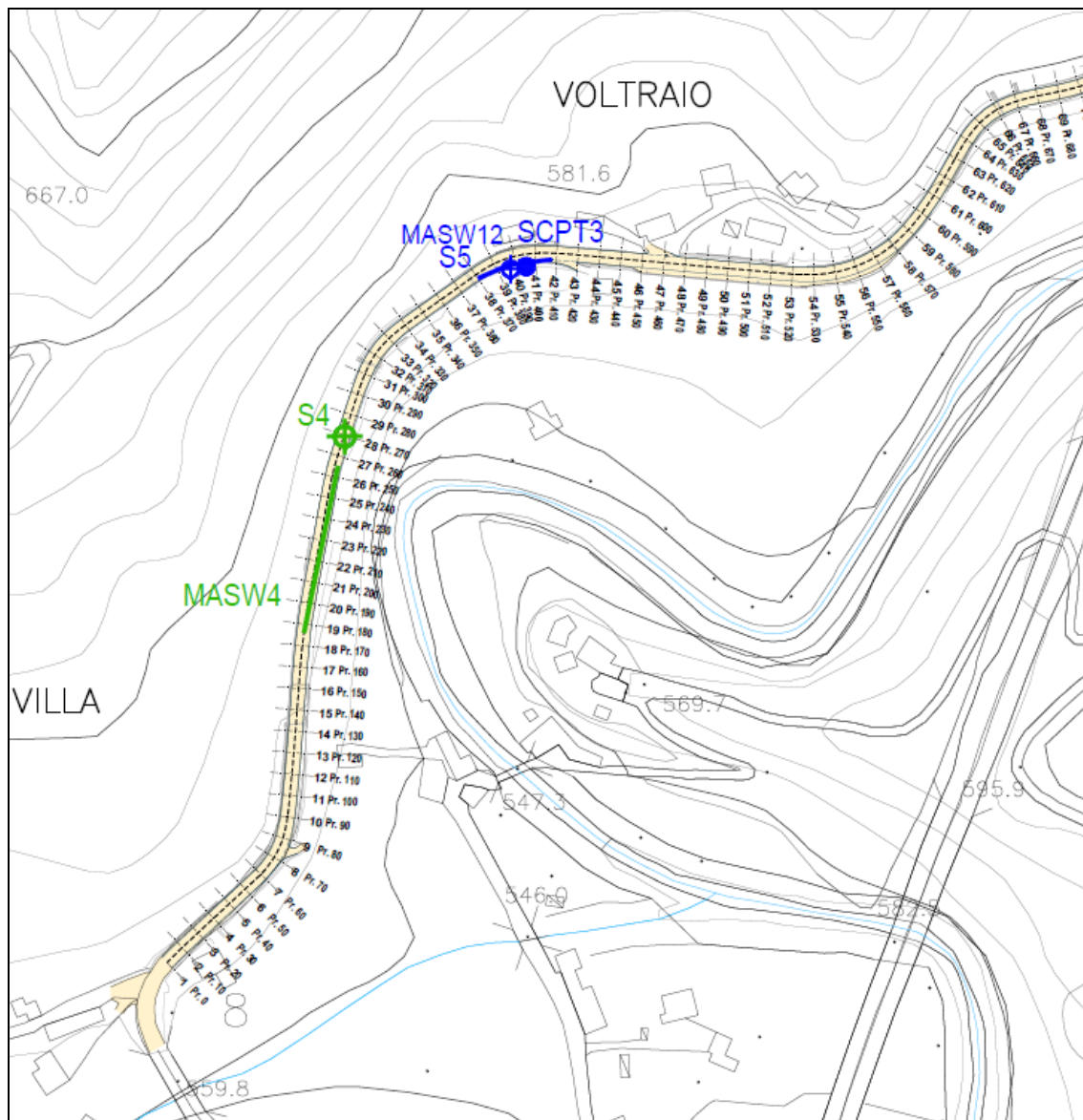
Per l'ubicazione di tutte le indagini si rimanda agli elaborati grafici specifici **P00\_GE00\_GEO\_PU01\_A** *“Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 1 di 2”* e **P00\_GE00\_GEO\_PU02\_A** *“Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 2 di 2”*, dei quali si riporta uno stralcio nelle figure seguenti.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 4 di 16
--	---

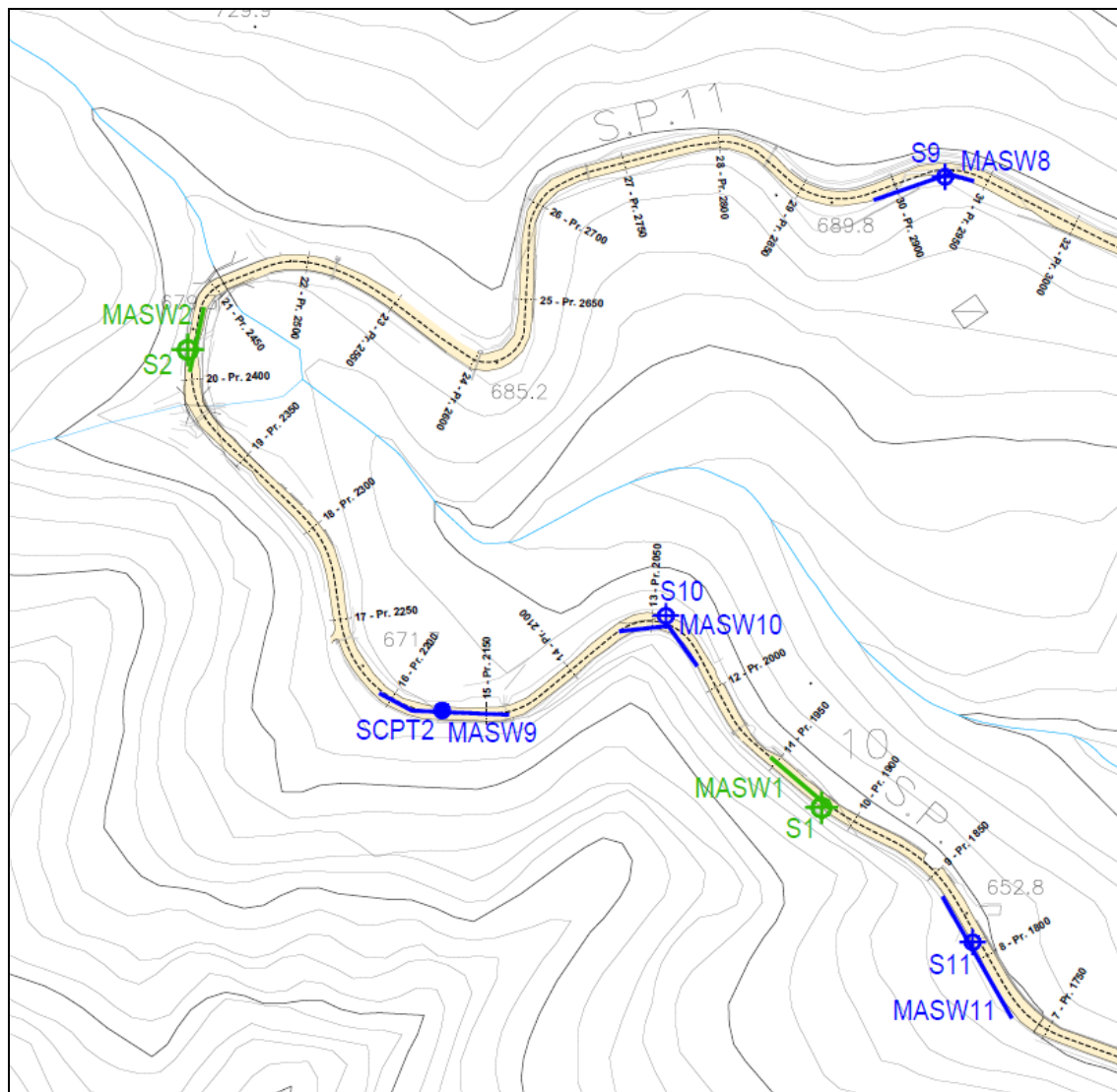
## LEGENDA

	Strada attuale
	Asse di progetto
Indagini geognostiche / geofisiche campagna 2016	
	Sondaggi a carotaggio continuo
	Stendimento geofisico
Indagini geognostiche / geofisiche campagna 2020	
	Sondaggi a carotaggio continuo
	Stendimento geofisico
	Prova penetrometrica

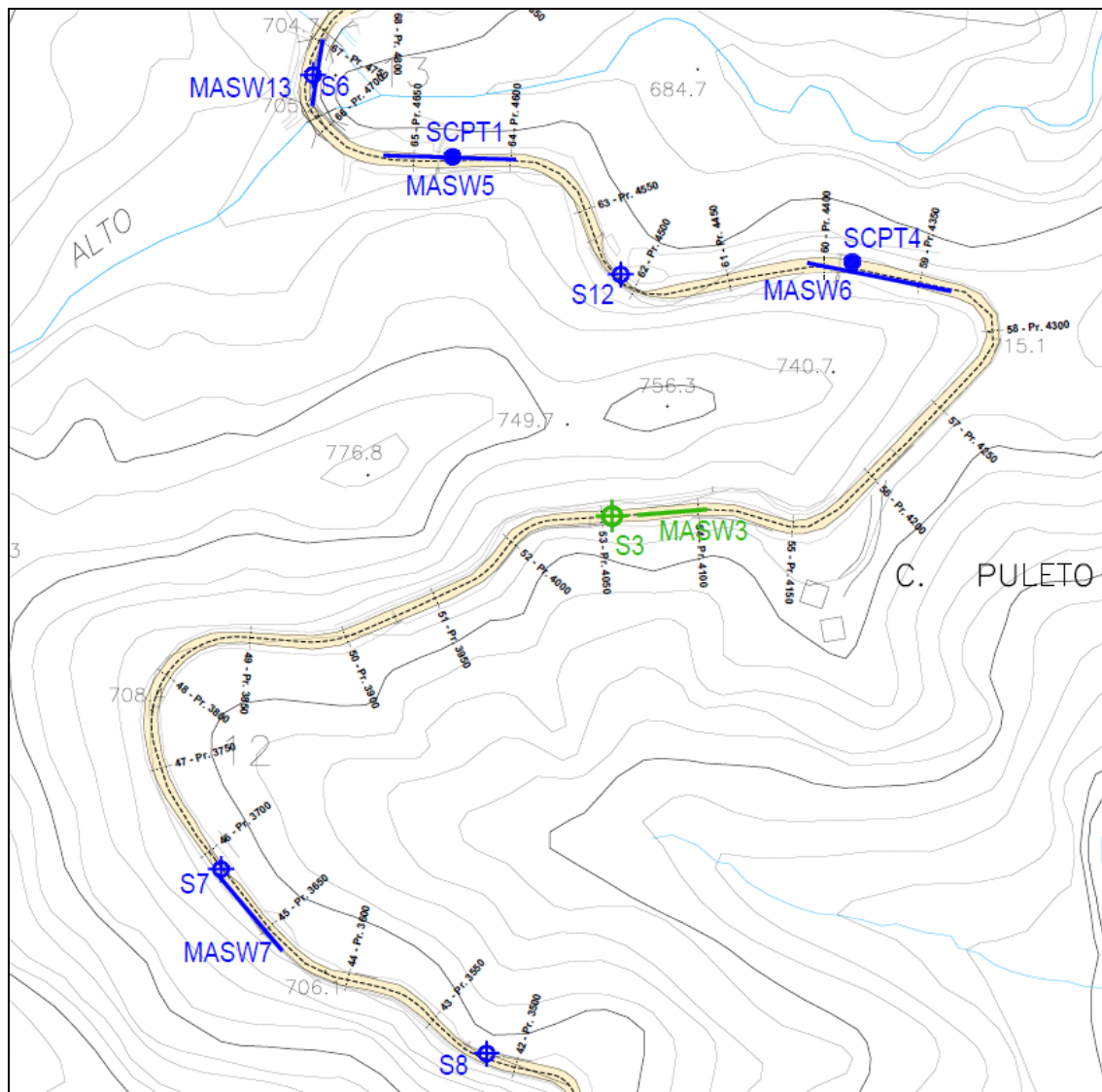
*Fig.1.1 – Legenda della Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche*



*Fig.1.2 – Stralcio della Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche  
(Tav. 1 di 2)*



*Fig.1.3 – Stralcio della Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche  
(Tav. 2 di 2)*



*Fig.1.4 – Stralcio della Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche  
(Tav. 2 di 2)*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 8 di 16
--	---

## 2. CAMPAGNA DI INDAGINE PREGRESSA (2016)

Per la progettazione delle indagini da eseguire si è tenuto conto anche del piano di indagine già effettuato nell'anno 2016 dal ANAS S.p.A. Compartimento per la Viabilità della Regione Toscana.

In quella fase furono effettuate le indagini seguenti.

- Progr. 170 - 270

- Sondaggio S4 (m 8,00) – Progr. – n. 1 SPT (m 2,40-2,85  $N_{spt} = 7$ ) – N. 1 campione lapideo (m 7,20-7,87)
- MASW4
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

- Progr. 1.910 – 1.960

- Sondaggio S1 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,10  $N_{spt} = R$ ) – N. 1 campione lapideo (m 4,60-5,00)
- MASW1
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

- Progr. 2.410 – 2.440

- Sondaggio S2 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,15  $N_{spt} = R$ ) – N. 1 campione lapideo (m 4,54-4,88)
- MASW2
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

- Progr. 4.050 – 4.110

- Sondaggio S3 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,15  $N_{spt} = R$ ) – N. 1 campione lapideo (m 2,60-3,10)



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 9 di 16
--	---

- MASW3
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 10 di 16
--	--

### 3. CAMPAGNA DI INDAGINE ESEGUITA PER LA PRESENTE PROGETTAZIONE (2020)

Nella successiva tabella sono riportati i sondaggi geognostici, con campionamenti e prove SPT, effettuati nel corso della campagna e l'indicazione dei piezometri a tubo aperto installati.

Sondaggio	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prof. (m)	15,8	12,0	19,9	19,5	30,5	13,4	24,7	12,0
SPT	3,0m (9-6-3)		3,0m (4-7-8)	2,5m (4-6-6)	3,0m (3-13-6)	3,0m ( R)	3,2m (8-11-13)	3,0m (3-6-11)
	6,0m (11-12-13)		6,4m (8-14-21)	5,0m ( R)	5,0m (4-2-6)		6,2m (8-16-11)	5,5m (6-3-9)
	9,0m (11-34-11)				23,6m ( R)			
Camp.Amb. (m)	0,0-1,0						0,0-1,0	0,0-1,0
	6,0-7,0						9,0-10,0	4,0-5,0
	11,0-11,6						18,0-19,0	7,0-8,0
Camp.Lit. (m)	13,5-14,0	10,6-11,0	18,0-18,4	17,6-18,0	29,7-30,0	10,0-10,6	21,2-21,7	11,2-11,7
Piezometro TA	X		X	X	X	X	X	X

Nella campagna in oggetto sono state eseguite, inoltre, le seguenti prove penetrometriche dinamiche SCPT e indagini sismiche MASW:

- SCPT1 (m 5,20)
- SCPT2 (m 6,20)
- SCPT3 (m 3,00)
- SCPT4 (m 3,20)

➤ MASW5 – MASW13

Lungo il tracciato di progetto, in molti casi le diverse indagini sono state raggruppate in siti di particolare complessità geomorfologica.

Nell'elenco seguente vengono riportate le suddette indagini con riferimento alle progressive di progetto.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 11 di 16
--	--

- Progr. 360 - 410... S5 – SCPT3 – MASW12

- Progr. 1.750 – 1.850 S11 – MASW11

- Progr. 2.000 – 2.075 S10 – MASW10

- Progr. 2.125 – 2.225 SCPT2 – MASW9

- Progr. 2.875 – 2.950... S9 – MASW8

- Progr. 3.515 S8

- Progr. 3.625 – 3.700..... S7 – MASW7

- Progr. 4.325 – 4.425... SCPT4 – MASW6

- Progr. 4.510 S12

- Progr. 4.575 – 4.675 ..... SCPT1 – MASW5

- Progr. 4.700 – 4.750.....S6 – MASW13

- Il giorno 22.05.2020 e il giorno 29.05.2020 sono state eseguite misure dei livelli piezometrici in corrispondenza di tutti i piezometri installati. I risultati delle misure sono contenuti nel capitolo specifico della presente relazione.

- Sui campioni lapidei prelevati sono state effettuate le seguenti prove:

- descrizione petrografica e fotografia del campione
- determinazione della porosità aperta e della massa volumica apparente
- determinazione della resistenza a compressione monoassiale
- determinazione del modulo elastico statico e del coefficiente di Poisson

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 12 di 16
--	--

- Sui campioni ambientali di terre sono state effettuate le seguenti analisi:

- caratterizzazione analitica di tutti i parametri della Tab. 4.1 del D.P.R. 120/2017, ad eccezione di IPA e BTEX
- test di cessione in ottemperanza al punto 2 dell'Allegato III del D.M. 27.09.2010
- aggressività del terreno al CLS mediante determinazione di SO<sub>4</sub> - - e acidità del suolo

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 13 di 16
--	--

#### 4. SONDAGGI GEOGNOSTICI

Si riporta di seguito la tabella di sintesi dei sondaggi geognostici eseguiti nell'area di studio nel corso delle due campagne geognostiche e delle relative prove, campionamenti effettuati e attrezzature installate.

Sondaggio	Prof. (m)	SPT (n)	Campioni (n)		Piezometro T. A.
			Litoidi	Ambientali	
S1 (2016)	5,00	1	1	-	-
S2 (2016)	5,00	1	1	-	-
S3 (2016)	5,00	1	1	-	-
S4 (2016)	8,00	1	1	-	-
S5 (2020)	15,80	3	1	3	X
S6 (2020)	12,00	-	1	-	-
S7 (2020)	19,90	2	1	-	X
S8 (2020)	19,50	2	1	-	X
S9 (2020)	30,50	3	1	-	X
S10 (2020)	13,40	1	1	-	X
S11 (2020)	24,70	2	1	3	X
S12 (2020)	12,00	2	1	3	X

*Tab. 4.1 – Sintesi dei sondaggi geognostici eseguiti*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 14 di 16
--	--

**5. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

Le prove di laboratorio geotecnico, eseguite sui campioni litoidi prelevati nel corso delle due campagne geognostiche, sono riportate nella tabella seguente.

Campione Litoide	Prof. (m)	Trazione indiretta "Brasiliana"	Compressione monoassiale	Determinazione modulo elastico	Determinazione coefficiente di Poisson
S1CL1	4,60 - 5,00	X	X	X	X
S2CL1	4,54 - 4,88	X	X	X	X
S3CL1	2,60 - 3,10	X	X	X	X
S4CL1	7,20 - 7,87	X	X	X	X
S5CL1	13,50 – 14,00		X	X	X
S6CL1	10,60 – 11,00		X	X	X
S7CL1	18,00 – 18,40		X	X	X
S8CL1	17,60 – 18,00		X	X	X
S9CL1	29,70 – 30,00		X	X	X
S10CL1	10,00 – 10,60		X	X	X
S11CL1	21,20 – 21,70		X	X	X
S12CL1	11,20 – 11,70		X	X	X

*Tab. 5.1 – Sintesi delle prove geotecniche di laboratorio eseguite*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 15 di 16
--	--

## 6. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Le prove penetrometriche dinamiche, eseguite unicamente nella campagna di indagine 2020, sono state del tipo SCPT (Standard Cone Penetration Test), caratterizzate quindi da utensile di percussione con punta conica chiusa, e DPSH (Super Heavy: super pesanti), con peso quindi della massa del maglio battente  $M \geq 60$  kg (nello specifico,  $M = 64$  kg), per un totale di n. 4 prove eseguite, come di seguito riportato:

Prova Penet. Dinamica	Prof. (m)
SCPT1	5,20
SCPT2	6,20
SCPT3	3,00
SCPT4	3,20

*Tab. 6.1 – Sintesi delle prove penetrometriche dinamiche eseguite*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione sui risultati delle indagini geotecniche</b>	File: P00_GE00_GEO_RE02_A  Data: Giugno 2024  Pag. 16 di 16
--	--

## 7. INDAGINI SISMICHE MASW

Le indagini sismiche con tecnica MASW, effettuate nel corso delle due campagne geognostiche per un totale di n. 13 indagini eseguite, vengono riportate nella tabella seguente con riferimento alle progressive di progetto in ordine crescente.

Progressiva (m)	Indagine
170 - 270	MASW4 (2016)
360 - 410	MASW12 (2020)
1.750 – 1.850	MASW11 (2020)
1.910 – 1.960	MASW1 (2016)
2.000 – 2.075	MASW10 (2020)
2.125 – 2.225	MASW9 (2020)
2.410 – 2.440	MASW2 (2016)
2.875 – 2.950	MASW8 (2020)
3.625 – 3.700	MASW7 (2020)
4.050 – 4.110	MASW3 (2016)
4.325 – 4.425	MASW6 (2020)
4.575 – 4.675	MASW5 (2020)
4.700 – 4.750	MASW13 (2020)

*Tab. 7.1 – Sintesi delle indagini sismiche con tecnica MASW eseguite*