

# AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

## 1° LOTTO

### Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

## PROGETTO DEFINITIVO

CUP	G21B1 30006 60005
WBS	B25.A31N.L1
COMMESSA	J16L1

### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
PER LA PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. Gabriella Costantini

### PRESTATORE DI SERVIZI: CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

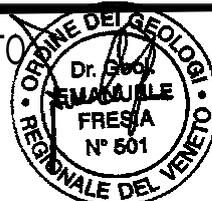
RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



### PROGETTAZIONE:



ELABORATO: STUDI PER LA CONOSCENZA DEL CONTESTO  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



Progressivo Rev.  
03 05 01 001 02

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: SCALA
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	TECHNITAL - E.FRESIA	E.FRESIA	A.RENSO	NOME FILE: J16L1_03_05_01_001_0101_0PD_02doc
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER VERIFICA	TECHNITAL - E.FRESIA	E.FRESIA	A.RENSO	CM. PROGR. FG. LIV. REV. J16L1_03_05_01_001_0101_0PD_02
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	TECHNITAL - E.FRESIA	E.FRESIA	A.RENSO	

—  
—

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO**  
**PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO**

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	OGGETTO E SCOPO	6
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
4.	INDAGINI PREGRESSE DISPONIBILI	9
4.1	<i>CAMPAGNA D’INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO</i>	9
4.2	<i>CAMPAGNA D’INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350</i>	14
4.3	<i>CAMPAGNA D’INDAGINI DEL 2011 PER LA PROGETTAZIONE PRELIMINARE</i>	15
5.	INDAGINI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL 1° LOTTO FUNZIONALE	18
5.1	<i>ACQUISIZIONE DI DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA</i>	19
5.2	<i>FOTO INTERPRETAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO.</i>	19
5.3	<i>RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOMECCANICI.</i>	20
5.4	<i>SONDAGGI CON PROVE IN SITO E DI LABORATORIO.</i>	21
5.4.1	<i>MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.</i>	30
5.5	<i>POZZETTI ESPLORATIVI.</i>	31
5.6	<i>INDAGINI GEOFISICHE. SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA ELETTRICA.</i>	32
5.7	<i>INDAGINI GEOFISICHE. MAGNETOTELLURICA.</i>	35
5.8	<i>TERRE E ROCCE DA SCAVO</i>	36

## **INDICE DELLE TABELLE**

TABELLA 4.1 -	INDAGINI DISPONIBILI - CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE IN SITO	11
TABELLA 4.2	INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU TERRA	12
TABELLA 4.3	INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU ROCCIA	13
TABELLA 4.4	INDAGINI DISPONIBILI - CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU ROCCIA PER SCAVO MECCANIZZATO CON TBM	14
TABELLA 4.5	INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350 – PROVE IN SITO	15
TABELLA 4.6	INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350 – PROVE DI LABORATORIO SU TERRA	15
TABELLA 4.7.	SISMICA A RIFRAZIONE CAMPAGNA 2011	16

TABELLA 4.8	AUDIOMAGNETOTELLURICA CAMPAGNA ANNO 2011	17
TABELLA 5.1	COORDINATE E QUOTE SONDAGGI 2016 - 2017	23
TABELLA 5.2	SONDAGGI CAMPAGNA 2016-2017	23
TABELLA 5.3	RIEPILOGO PROVE DI LABORATORIO TERRE 2016 - 2017	27
TABELLA 5.4	RIEPILOGO PROVE LABORATORIO ROCCIA (DOLOMIA E VULCANITI) 2016 - 2017	29
TABELLA 5.5	RIEPILOGO PROVE DI FRESABILITA' IN DOLOMIA E VULCANITI 2016 - 207	29
TABELLA 5.6	LETTURE PIEZOMETRI DI DEFINITIVO 2016 - 2017	30
TABELLA 5.7	LETTURE PIEZOMETRI PREGRESSI	31
TABELLA 5.8	POZZETTI ESPLORATIVI CAMPAGNA 2016 – 2017	31
TABELLA 5.9	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO CAMPIONI DA POZZETTO ESPLORATIVO CAMPAGNA 2016-2017	32
TABELLA 5.10	PROVE DI CARICO CON PIASTRA SU POZZETTO	32
TABELLA 5.11	SISMICA E GEOELETTRICA CAMPAGNA ANNO 2016-2017	33
TABELLA 5.12.	GEOMETRIA DEGLI STENDIMENTI ELETTRICI (SOPRA) E SISMICI (SOTTO) ANNO 2016 - 2017	34
TABELLA 5.13	MASW CAMPAGNA ANNO 2016 – 2017	34
TABELLA 5.14	MAGNETOTELLURICA CAMPAGNA ANNO 2016-2017	36
TABELLA 5.15	CAMPIONAMENTI AMBIENTALI CAMPAGNA ANNO 2016-2017	38

## 1. INTRODUZIONE

Il 1° lotto funzionale dell’A31 Valdastico rappresenta la prosecuzione dell’A31 nord dallo svincolo di Piovene Rocchette, dove oggi termina l’autostrada, fino allo svincolo di Pedemonte. I comuni interessati dai lavori sono Cogollo del Cengio, Valdastico e Pedemonte.

Il 1° lotto funzionale ha una lunghezza di circa 18 Km dei quali ben 13,1 Km in galleria, che corrispondono circa al 73% dell’intero tracciato. Comprende n° 2 svincoli: lo svincolo di Cogollo e lo svincolo di Pedemonte a fine intervento.

In dettaglio le opere previste sono le seguenti:

Gallerie:

Opera	Carreggiata dir. Nord	Carreggiata dir. Sud
	L (m)	L (m)
Galleria art. S. Agata 1	100,00	100,00
Galleria S. Agata 2	1.325,28	1.314,62
Galleria Cogollo	6.584,50	6.591,00
Galleria Pedescala	1.763,30	1.732,80
Galleria S. Pietro	3.465,00	3.589,00

Viadotti:

Opera	Carreggiata dir. Nord	Carreggiata dir. Sud
	L (m)	L (m)
Viadotto Piovene	285,50	285,50
Viadotto Assa	107,20	107,20
Viadotto Settecà	412,25	412,25
Viadotto Molino	490,51	489,36

La galleria S. Agata 1 è artificiale, tutte le altre naturali.

Le gallerie S. Agata 2, Pedescala e San Pietro sono previste con sistema di scavo in tradizionale mentre la galleria Cogollo, che ha una lunghezza di oltre 6.500 m per senso di marcia, sarà scavata con sistema meccanizzato (TBM).

La presenza di stretti fondovalle delimitati da ripide scarpate che terminano in vasti altopiani come quelli di Asiago, Tonezza e Luserna, determina importanti ricoprimenti che vanno dagli oltre 1.000 m sulla galleria Cogollo ai circa 400 m delle gallerie Pedescala e San Pietro.

Il territorio attraversato dal tracciato è sub pianeggiante fra Piovene Rocchette e l’imbocco sud della galleria Cogollo, mentre fra lo stesso imbocco sud della Cogollo e lo svincolo di Pedemonte è, tolti i due attraversamenti dell’Astico risolti con i viadotti Settecà e Molino, francamente montuoso. Ne consegue un’accessibilità ragionevole per il primo tratto e per le zone di attraversamento dell’Astico, ed assai problematica in corrispondenza del secondo tratto dove sono ubicate le gallerie naturali Cogollo, Pedescala, S. Pietro ed il viadotto Assa.

La campagna geognostica per la progettazione definitiva prende avvio dal progetto preliminare, redatto con il supporto dei risultati delle precedenti e di seguito elencate campagne d’indagine:

- campagna di sondaggi e rilievi del 1995 lungo il tratto Piovene - Besenello;
- campagna di sondaggi e rilievi del 2005 lungo il tratto compreso fra Piovene Rocchette e Velo d’Astico;
- campagna di indagini geofisiche (sismica e magnetotellurica) e rilievi del 2011 lungo il tratto Piovene – Besenello per la progettazione preliminare dell’opera.

Sulla base dei dati disponibili nel periodo compreso fra novembre 2016 e aprile 2017 è stata presentata al committente e successivamente portata a compimento una specifica campagna geognostica per la progettazione definitiva del 1° lotto dell’A31 nord, i cui contenuti sono riepilogati nel presente documento.

In calce al testo sono riportati stralci planimetrici con ubicazione delle indagini pregresse ed eseguite; per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche planimetrie in scala 1:5.000 allegate al progetto.

## **2. OGGETTO E SCOPO**

Oggetto della presente relazione sono le indagini geognostiche ricadenti nel 1° lotto funzionale Piovene Rocchette – Valle dell’Astico dell’Autostrada A31 Valdastico nord.

Nei seguenti capitoli è dapprima brevemente descritto il modello geologico di riferimento, sono quindi riepilogati i dati essenziali delle indagini già disponibili ed infine vengono descritte le indagini geognostiche specificamente eseguite in sede di progettazione definitiva nel periodo compreso fra novembre 2016 e aprile 2017.

Lo scopo è la descrizione delle indagini geognostiche complessivamente disponibili a supporto del modello geologico-strutturale e geotecnico del progetto definitivo.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico e tecnico il 1° lotto può essere suddiviso nei due seguenti settori:

1. il primo, compreso fra Piovene Rocchette (inizio intervento) e l’imbocco sud della galleria Cogollo interamente impostato in depositi glaciali e fluvioglaciali dell’Astico. Il tracciato qui si sviluppa in buona parte all’aperto attraversando l’Astico con il viadotto Piovene. Le opere principali sono, oltre al già citato viadotto Piovene la galleria artificiale S. Agata 1, il cavalcavia per la deviazione di Via Colombara, la galleria naturale S. Agata 2, lo svincolo di Cogollo del Cengio con relativi cavalcavia sulle rampe di svincolo.
2. il secondo, compreso fra la galleria Cogollo e lo svincolo di Pedemonte caratterizzato da estesi altopiani calcarei e dolomitici affacciati sulla valle del Fiume Astico che ha profondamente inciso il substrato roccioso. In tale ambito il tracciato si sviluppa prevalentemente in galleria naturale ora sul versante destro ora su quello sinistro dell’Astico, scavalcato in viadotto. Le opere principali sono la galleria Cogollo, il viadotto Assa (sull’omonimo corso d’acqua) la galleria Pedescala, il viadotto Settecà (sull’Astico) la galleria San Pietro, il viadotto Molino (sull’Astico) ed infine lo svincolo di Pedemonte.

Come già anticipato nel primo tratto il territorio mostra una buona accessibilità, morfologia sub pianeggiante o debolmente collinare e coperture in galleria (S. Agata 2) che al massimo raggiungono valori nell’ordine di 40-45 m. Geologicamente sono presenti depositi fluvioglaciali e glaciali, della piccola morena dell’Astico, a composizione prevalentemente ghiaioso sabbiosa in matrice limosa. Localmente possono essere riscontrati massi e intercalazioni limoso argillose, più frequenti nelle zone marginali della valle ed esternamente ai settori attraversati.

Il secondo tratto attraversa un territorio montuoso che, fatto salvo l’attraversamento dei corsi d’acqua, ha imposto il ricorso ampie tratte in galleria con condizioni di elevata copertura (da 200 – 400 m fino a oltre 1.000 m). L’accessibilità è difficile per l’assenza di viabilità e per un’orografia aspra con spesso verticali o subverticali e/o zone boschive. In quest’ambito gli altipiani che si affacciano sulla valle dell’Astico sono strutturati nella Formazione della Dolomia Principale, databile al Trias superiore e caratterizzata da una stratificazione da decimetrica a metrica, giacitura sub-orizzontale o poco inclinata ed elevato grado di litificazione, che affiora estesamente lungo ambo le sponde del corso d’acqua. Questa formazione, entro cui si sviluppano buona parte delle gallerie ed il cui spessore è stimato in non meno di 600 m, poggia su rocce vulcaniche ascrivibili a colate riodacitiche individuate in alcuni limitati affioramenti fuori asse, e riscontrate in corrispondenza di sondaggi opportunamente ubicati in sede di progettazione definitiva. In continuità stratigrafica sulla Dolomia si riscontra, sulla sommità

degli altopiani ed a quote francamente superiori rispetto alle opere, una sequenza calcarea giurassico cretacea rappresentata dal Gruppo dei Calcari Grigi e, alle quote più alte, Rosso Ammonitico e Maiolica. Al piede dei versanti sono presenti falde detritiche, conoidi detritiche o alluvionali e ancora accumuli di antica frana in roccia.

Le formazioni lapidee più diffuse sono soggette ad evidenti fenomeni di carsismo, assai più sviluppati nei calcari giurassico cretacei ma riscontrabili comunque anche nella dolomia, specie in prossimità delle principali zone di disturbo tettonico. Si manifestano attraverso campi carreggiati, doline, cavità ipogee di varie dimensioni oltre che nella scarsità del reticolo idrografico superficiale, nel regime delle sorgenti ecc.

Il fondovalle dell'Astico è interamente impostato in depositi alluvionali prevalentemente granulari aventi spessori pluridecametrici e superiori alle massime profondità raggiunte dalle indagini (50m).

#### 4. INDAGINI PREGRESSE DISPONIBILI

La progettazione preliminare si è avvalsa dei risultati delle seguenti campagne geognostiche:

- campagna di indagine del 1995 relativa al tratto Piovene Rocchette - Besenello nell’ambito del progetto definitivo del vecchio tracciato denominato “A1”;
- campagna di indagine geotecnica del 2005 relativa al tratto Piovene Rocchette - Schiri (Cogollo) in vista di un adeguamento della SP.350;
- campagna di indagine geotecnica del 2011 sviluppata in sede di progettazione preliminare lungo la nuova soluzione di tracciato denominata A4 fra Piovene Rocchette e Besenello.

In tutte le sopraccitate fasi a supporto delle indagini geognostiche sono stati effettuati rilievi geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici.

##### 4.1 CAMPAGNA D’INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO

La campagna è stata realizzata lungo la valle del torrente Astico a supporto del tracciato storico Piovene - Besenello, soluzione denominata A1 nella documentazione a base di gara e successivamente T4 in sede di progettazione preliminare. Eseguita dalla ditta Vicenzetto comprende sondaggi a carotaggio continuo con prove in sito tipo SPT, Lefranc e dilatometriche, oltre a prove di laboratorio su campioni rimaneggiati ed indisturbati di terra e roccia. Ad integrazione delle indagini dirette sono stati eseguiti rilievi geostrutturali su affioramenti rocciosi.

Nell’ambito del 1° lotto funzionale i sondaggi disponibili sono 17, ubicati prevalentemente lungo il fondovalle dell’Astico o in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie. Fra questi solamente uno, l’S10bis, ha raggiunto il substrato roccioso mentre tutti gli altri restano all’interno di coperture detritico/alluvionali.

Ciascun sondaggio è corredato da una scheda di descrizione stratigrafica con misura del valore di RQD nei tratti lapidei, indicazione delle prove in foro eseguite e dei campioni prelevati. La profondità raggiunta varia da un minimo di 15 m fino ad un massimo di 40 m, con un valore medio compreso tra 30 – 35 m. Stante la diffusa presenza di materiali granulari sono state condotte numerose prove tipo SPT per la caratterizzazione dei depositi di copertura detritici ed alluvionali.

E' stata eseguita una prova di permeabilità tipo Lefranc in corrispondenza del sondaggio EX-CPTU 2.

Livelli limoso – argillosi attraversati dai sondaggi lungo la prima parte del tracciato, presso il casello di Piovene Rocchette, sono stati oggetto di prove con penetrometro tascabile e torvane. E' stato installato un piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio EX-CPTU 2, successivamente monitorato per un periodo di circa un mese.

La tabella seguente riporta una sintesi dei sondaggi eseguiti con le rispettive profondità, le prove in foro condotte e la prevalente natura dei terreni attraversati.

Le prove di laboratorio sui materiali sciolti sono dominate dalle granulometrie, vista l'abbondanza delle ghiaie rispetto alle frazioni più fini sabbiose, limose ed argillose.

Le prove eseguite sono:

- peso di volume naturale su 8 provini;
- peso specifico assoluto su 3 provini;
- 73 analisi granulometriche per setacciatura;
- contenuto naturale d'acqua su 8 provini;
- limiti di Atterberg su 24 provini;
- 6 prove di espansione laterale libera ELL;
- 2 prove di taglio diretto CD;
- 1 prova triassiale CIU;
- 1 prova triassiale UU;
- 2 prove edometriche;
- 8 prove con penetrometro tascabile;
- 2 prove con torvane.

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO**

TRACCIATO 4 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 1995 - PROVE IN SITO											
Sondaggio	prof. (m)	piez. tubo aperto	inclin.	prova dilatom. (n°)	prova press. (n°)	Permeabilità		SPT n°	Pocket penetrom.	Torvane	Materiale
						Lugeon (n°)	Lefranc (n°)				
EX CPTU 2	40	x	-	-	-	-	1	13	-	-	ghiaia deb. sabbiosa deb. grado cementaz.
EX CPT 3	15	-	-	-	-	-	-	5	-	-	ghiaia sabbioso - limosa
EX CPT 4	35	-	-	-	-	-	-	9	-	-	ghiaia con sabbia limosa. Blocchi
S1	15	-	-	-	-	-	-	4	-	-	ghiaia con sabbia limosa. Blocchi
S2	35	-	-	-	-	-	-	8	6	-	ghiaia con sabbia limosa e limo argilloso - ghiaioso. Blocchi
S3	35	-	-	-	-	-	-	10	-	-	ghiaietto sabbioso-limoso e sabbia limosa
S4	30	-	-	-	-	-	-	8	19	19	ghiaietto con sabbia limosa e limo argilloso con livelli sabbiosi
S5	15	-	-	-	-	-	-	1	35	35	limo argilloso con lenti sabbiose
S7	35	-	-	-	-	-	-	9	16	-	ghiaia sabbioso - limosa e sabbie limose con livelli di limo argilloso
S8	40	-	-	-	-	-	-	10	14	11	ghiaietto sabbioso - limoso con livelli di sabbie limose e limi argillosi
S9	40	-	-	-	-	-	-	10	5	5	sabbie fini limose passanti a ghiaia sabbioso - limosa. Livelli di limo -argilloso.
S10	35	-	-	-	-	-	-	9	-	-	ghiaia e ghiaietto sabbiosi debolm. limosi
S10BIS	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ghiaia sabbiosa deb. limosa passante a Dolomia Principale
S14	40	-	-	-	-	-	-	11	-	-	ghiaia sabbiosa deb. limosa con trovanti
S15	30	-	-	-	-	-	-	8	-	-	ghiaia sabbioso - limosa con trovanti
S16	35	-	-	-	-	-	-	7	-	-	ghiaia sabbioso - limosa con blocchi e trovanti
S17	40	-	-	-	-	-	-	11	-	-	ghiaia sabbioso - limosa con blocchi localmente debolmente argillosa

**TABELLA 4.1 - INDAGINI DISPONIBILI - CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE IN SITO**

La tabella seguente riassume la tipologia ed il numero delle prove di laboratorio realizzate in funzione dei singoli sondaggi.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

TRACCIATO 4 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 1995 - PROVE LABORATORIO TERRA													
Sondaggio	prof. (m)	Peso di volume	Peso specifico assoluto	Granul.	Contenuto naturale d'acqua	Limiti di Atterberg	ELL	Prova di taglio diretto CD	Prova triass. CIU	Prova triass. UU	Prova edom.	Pocket penetrom eter	Torvane
EX CPTU 2	40	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EX CPT 3	15	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EX CPT 4	35	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S1	15	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-
S2	35	-	-	5	-	8	-	-	-	-	-	-	-
S3	35	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	30	-	-	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-
S5	15	4	2	1	4	4	4	-	-	1	1	4	-
S7	35	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	1	-
S8	40	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S9	40	4	1	7	4	3	2	2	1	-	1	3	2
S10	35	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S10BIS	13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S14	40	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S15	30	-	-	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-
S16	35	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S17	40	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-

TABELLA 4.2 INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU TERRA

Le prove di laboratorio su roccia hanno riguardato spezzoni di carota prelevati dai sondaggi che hanno raggiunto il substrato roccioso, che sono S10bis, S20, S22, S27, e n° 4 campioni lapidei prelevati in affioramento. Pur se nel tratto in studio è compreso il solo sondaggio S10bis si ritengono comunque valide le prove eseguite negli altri sondaggi in quanto ad essere interessata è quasi sempre la formazione della Dolomia Principale, nella quale si sviluppa buona parte delle gallerie naturali; il solo campione VA31 è relativo ad un blocco di andesite.

Le prove eseguite sono:

- descrizione macroscopica;
- 1 analisi petrografica su campione di andesite;
- 56 pesi di volume;
- 10 determinazioni del coefficiente di imbibizione;
- 24 prove sclerometriche;
- 23 prove di compressioni monoassiale con rilievo delle deformazioni;
- 14 prove triassiali;

- 19 prove di trazione indiretta tipo brasiliana;
- 30 prove di point – load;
- 9 prove di taglio su giunto;
- 35 prove di tilt test per valutazione attrito di base;
- 19 determinazioni del valore di JRC e JCS su giunto;
- 42 determinazioni delle velocità delle onde di compressione Vp e di taglio Vs con rilievo delle deformazioni.

A supporto della valutazione dell’opzione in scavo meccanizzato delle opere in sotterraneo sono state condotte anche specifiche prove per valutare durezza ed abrasività della Dolomia Principale. Esse sono:

- 5 punch test;
- 5 prove di abrasività Cerchar;
- 5 drop test per la valutazione dell’indice S20;
- 5 prove con cone indenter N.C.B.;
- 5 prove per Sievers’ test.

Le Tabelle seguenti elencano le prove di laboratorio condotte su campioni lapidei.

TRACCIATO 4 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 1995 - PROVE LABORATORIO ROCCIA															
Sondaggio	prof. (m)	Litotipo	Descriz. Macroscopica campione	Analisi petrografica	Peso di volume	Coeff. Imbibizione	Sclerometro	Prova compr. uni. con rilievo def.	Prova compr. triassiale	Prova brasiliana	Prova point - load	Prova taglio su giunto	Tilt test (attrito di base)	Caratter. giunti JRC e JCS	Vp e Vs con rilievo def.
S10BIS	13	dolomia	-	-	13	2	4	4	3	6	1	-	7	-	12
S20	15	dolomia	x	-	9	-	4	4	4	1	3	3	11	6	5
S22	35	dolomia	x	-	4	-	-	2	1	1	2	2	8	4	3
S27	70	dolomia	x	-	14	2	7	8	-	6	9	-	6	5	8
blocco VA1	p.c.	dolomia	x	-	2	2	-	-	2	-	4	-	-	-	2
blocco VA2	p.c.	dolomia	x	-	5	2	2	2	1	2	3	-	-	-	3
blocco VA3	p.c.	dolomia	x	-	2	2	1	1	1	-	3	-	-	-	2
blocco VA31	p.c.	andesite	-	1	7	-	6	2	2	3	5	4	3	4	7

**TABELLA 4.3 INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU ROCCIA**

TRACCIATO 4 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 1995 - PROVE LABORATORIO TBM							
Sondaggio	prof. (m)	Litotipo	Punch test	Prova abrasività Cerchar	Drop test S <sub>20</sub>	Cone indenter N.C.B.	Sievers' test
S10BIS	13	dolomia	3	1	-	-	-
S20	15	dolomia	2	2	1	-	1
S22	35	dolomia	-	1	-	-	-
S27	70	dolomia	-	-	2	-	2
blocco VA1	p.c.	dolomia	-	-	1	3	1
blocco VA2	p.c.	dolomia	-	1	1	2	1
blocco VA3	p.c.	dolomia	-	-	-	-	-
blocco VA31	p.c.	andesite	-	-	-	-	-

**TABELLA 4.4** INDAGINI DISPONIBILI - CAMPAGNA DI INDAGINE 1995 DA PIOVENE A BESENELLO - PROVE DI LABORATORIO SU ROCCIA PER SCAVO MECCANIZZATO CON TBM

#### 4.2 CAMPAGNA D'INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350

La campagna in argomento era relativa ad una possibile variante della SP.350 che sostanzialmente ricalca l'asse autostradale da Piovene Rocchette fino alla frazione Schiri, in Comune di Cogollo del Cengio. Eseguita anche in questo caso dalla ditta Vicenzetto comprende n° 4 sondaggi interamente in materiali sciolti di origine fluvioglaciale e glaciale. Il tratto fra Piovene Rocchette e l'imbocco sud della galleria Cogollo, dove ricadono queste indagini, vede infatti il substrato roccioso ad una profondità tale da non essere intercettato con le indagini geognostiche dirette.

Ciascun sondaggio è corredato da una scheda di descrizione stratigrafica, indicazione delle prove in foro eseguite e dei campioni prelevati.

Tutti i campioni, data la natura granulare dei materiali, sono del tipo rimaneggiato. La lunghezza delle perforazioni varia da 20 a 40 m.

Sono state condotte prove SPT per la caratterizzazione dei materiali sciolti, prevalentemente granulari, attraversati.

Sono state eseguite prove Lefranc all'interno dei sondaggi per la stima della permeabilità dei depositi detritico alluvionali.

Sono stati installati 2 piezometri a tubo aperto in corrispondenza dei sondaggi SD3P e SD4P.

La tabella seguente contiene una sintesi dei sondaggi eseguiti con le rispettive profondità, le prove in foro e la natura dei terreni attraversati.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

COLLEGAMENTO CASELLO PIOVENE ROCCHETTE E SS350 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2005 - PROVE IN SITO											
Sondaggio	prof. (m)	piez. tubo aperto	inclin.	prova dilatom. (n°)	prova press. (n°)	Permeabilità		SPT n°	Pocket penetrom eter	Tovane	Materiale
						Lugeon (n°)	Le Franc (n°)				
SD5	40	-	-	-	-	-	3	9	-	-	ghiaia sabbioso - limosa e sabbie ghiaioso-limose, presenza di ciottoli
SD4P	20	x	-	-	-	-	3	7	-	-	ghiaia con sabbia limosa, presenza di ciottoli
SD3P	20	x	-	-	-	-	3	6	-	-	ghiaia sabbioso - limosa, presenza di ciottoli
SD2P	25	-	-	-	-	-	3	7	-	-	ghiaia con sabbia deb. limosa, presenza di ciottoli

**TABELLA 4.5 INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350 – PROVE IN SITO**

Le prove di laboratorio comprendono unicamente materiali sciolti e consistono in:

- 25 analisi granulometriche per setacciatura;
- 1 limite di Atterberg.

La tabella seguente riepiloga le prove di laboratorio eseguite per ciascun sondaggio.

COLLEGAMENTO CASELLO PIOVENE ROCCHETTE E SS350 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2005 - PROVE LABORATORIO TERRA													
Sondaggio	prof. (m)	Peso di volume	Peso specifico assoluto	Granul.	Contenuto naturale d'acqua	Limiti di Atterberg	ELL	Prova di taglio diretto CD	Prova triass. CIU	Prova triass. UU	Prova edom.	Pocket penetrom eter	Tovane
SD5	40	-	-	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-
SD4P	20	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SD3P	20	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SD2P	25	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**TABELLA 4.6 INDAGINI DISPONIBILI – CAMPAGNA DI INDAGINE 2005 DA PIOVENE A SCHIRI PER SP350 – PROVE DI LABORATORIO SU TERRA**

#### 4.3 CAMPAGNA D'INDAGINI DEL 2011 PER LA PROGETTAZIONE PRELIMINARE

La campagna d'indagine per lo sviluppo del progetto preliminare è stata condotta lungo l'intera soluzione di tracciato denominata A4, da Piovene Rocchette a Besenello, ed incentrata sulla definizione del modello geologico della opere in sotterraneo con particolare riguardo per: l'individuazione delle formazioni sottostanti la Dolomia Principale e la definizione dei contatti stratigrafici fra coperture e substrato roccioso. Buona parte delle indagini hanno interessato la galleria di valico e la galleria Pedemonte, poste oltre lo svincolo di Pedemonte, oltre ad un allineamento di galleria parietali (denominate Cogollo, Costa del Pra, Forte Corbin) che, a seguito della procedura VIA, in sede di progettazione definitiva sono state sostituite dalla

nuova, più interna e lunga galleria Cogollo. Ne consegue che buona parte delle indagini della campagna 2011 rimane disassata o posizionata oltre rispetto al tracciato del 1° lotto funzionale.

In dettaglio la campagna del 2011 ha previsto:

- rilievi geologici, idrogeologici e geomeccanici lungo l’intero tracciato con particolare riguardo per la galleria di valico;
- n° 19 stendimenti di sismica a rifrazione con tecnica tomografica ed acquisizione delle onde Vp e Vs. Gli stendimenti, riepilogati in tabella 4.7, sono posizionati in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e/o nelle tratte parietali. Dalla tabella si evince come le sole traverse sismiche TR06, all’imbocco sud della galleria Pedescala, e TR07A-TR07B all’imbocco nord della galleria San Pietro ricadono in corrispondenza del tracciato del 1° lotto;
- n° 9 stazioni audiomagnetotelluriche ubicate lungo i tratti a maggiore copertura delle gallerie naturali, come riepilogato in tabella 4.8, per complessivi 6.100 m di stendimento. Dalla tabella si evince come la sola stazione AMT01P ricada nel 1° lotto e più precisamente lungo la galleria San Pietro.

SEZIONE	Opera	LUNGHEZZA LINEA (m)	Ubicazione
TR01a	Galleria Cogollo	230	Su precedente tracciato
TR01b	Galleria Cogollo	190	Su precedente tracciato
TR02a	Galleria Cogollo	230	Su precedente tracciato
TR02b	Galleria Cogollo	230	Su precedente tracciato
TR03a	Galleria Costa del Prà	230	Su precedente tracciato
TR03b	Galleria Costa del Prà	230	Su precedente tracciato
TR04	Galleria Forte Corbin	230	Su precedente tracciato
TR05a	Galleria Forte Corbin	110	Su precedente tracciato
TR05b	Galleria Forte Corbin	230	Su precedente tracciato
TR06	Galleria Pedescala	230	1° lotto
TR07a	Galleria San Pietro	230	1° lotto
TR07b	Galleria San Pietro	110	1° lotto
TR08a	Galleria Pedemonte	110	Oltre svincolo di Pedemonte
TR08b	Galleria Pedemonte	110	Oltre svincolo di Pedemonte
TR08c	Galleria Pedemonte	110	Oltre svincolo di Pedemonte
TR09a	Galleria Pedemonte	110	Oltre svincolo di Pedemonte
TR09b	Galleria Pedemonte	110	Oltre svincolo di Pedemonte
TR10	Galleria di valico	110	Oltre svincolo di Pedemonte
T11	Galleria di valico	210	Oltre svincolo di Pedemonte
		<b>3.350</b>	

TABELLA 4.7. SISMICA A RIFRAZIONE CAMPAGNA 2011

Stazione AMT	Opera	Lunghezza profilo	Ubicazione
AMT01P	Galleria S. Pietro - Valpegara	500 m	Galleria S Pietro
AMT02P	Galleria di valico - Sosteri	600 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT10P	Galleria di valico - Nosellari	300 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT03P	Galleria di valico - Nosellari	400 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT06P	Galleria di valico - Nosellari	100 m	Oltre svincolo di Pedemonte
ALT07P	Galleria di valico - Costa	800 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT05P	Galleria di valico - Costa	400 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT04P	Galleria di valico- Costa	2.400 m	Oltre svincolo di Pedemonte
AMT07P	Galleria di valico lato Besenello	600 m	Oltre svincolo di Pedemonte

TABELLA 4.8 AUDIOMAGNETOTELLURICA CAMPAGNA ANNO 2011

Le traverse sismiche hanno evidenziato, sulle (ex) gallerie Cogollo, Costa del Pra e Forte Corbin, possibili contatti laterali detrito/roccia. Tale riscontro è uno degli elementi che ha consigliato, in fase di progettazione definitiva e contestualmente alle osservazioni e prescrizioni emerse in sede VIA, uno spostamento dell’asse stradale verso l’interno con l’inserimento della nuova galleria Cogollo lunga oltre 6.500 m

Le indagini magnetotelluriche hanno dettagliato l’assetto geologico strutturale in corrispondenza della galleria di valico e della galleria San Pietro. In particolare hanno individuato uno spessore complessivo della Dolomia Principale nell’ordine di circa 600 m, compatibile con i riscontri bibliografici. Hanno altresì confermato le ipotesi dedotte dalle ricostruzioni geostratigrafiche ovvero l’attraversamento, nella porzione centro occidentale della galleria di valico (posta sulla precedente soluzione di tracciato denominata A4, e comunque oltre lo svincolo di Pedemonte) della successione permio – triassica. In corrispondenza della galleria San Pietro hanno individuato la possibile presenza della successione permio – triassica, o comunque di depositi maggiormente conduttivi (vulcaniti?) e limitatamente all’area indagata, a profondità superiori rispetto l’opera.

## 5. INDAGINI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL 1° LOTTO FUNZIONALE

Dall’insieme delle informazioni disponibili e brevemente riepilogate al capitolo precedente, tenuto conto delle osservazioni mosse sul progetto preliminare in sede di approvazione, e constatata la necessaria implementazione del modello geologico di riferimento in corrispondenza del 1° lotto, la campagna geognostica per la progettazione definitiva è stata sviluppata con specifico riferimento alle seguenti possibili criticità:

- tratto Piovene Rocchette – Cogollo: presenza di materiali sciolti di origine fluvioglaciale, peraltro già ampiamente indagati durante le campagne precedenti, sede di una possibile falda idrica;
- tratto Cogollo – Svincolo di Pedemonte: presenza di una successione di gallerie naturali ad elevata copertura dove si rende necessario approfondire l’assetto stratigrafico in corrispondenza degli imbocchi (contatto detrito – substrato roccioso) individuando la posizione del letto della Dolomia Principale, ed i terreni ad essa sottostanti potenzialmente interferenti con gli scavi;
- opere in sotterraneo del tratto Cogollo – Svincolo di Pedemonte: approfondire la caratterizzazione geologico strutturale, geomeccanica, geomorfologica e idrogeologica dei terreni interessati dagli scavi valutando l’atteso grado di fratturazione, la possibile interferenza con le falde e le condizioni di potenziale rischio connesse con l’intercettazione di cavità carsiche;
- attraversamenti in viadotto dell’Astico: confermare l’inquadramento geologico stratigrafico ed idrogeologico delineato a seguito delle campagne d’indagine precedenti spingendo i carotaggi sino a profondità nell’ordine di 50 m da p.c.;

La campagna d’indagine di progetto definitivo si è articolata attraverso le seguenti fasi:

- acquisizione di documentazione bibliografica;
- foto interpretazione geologica da immagini satellitari;
- rilievi geologici, geomeccanici e idrogeologici di campagna;
- sondaggi a carotaggio continuo con prove in sito e di laboratorio, geotecnico e ambientale;
- traverse sismiche a rifrazione, tomografie elettriche e Masw;
- stendimenti magnetotellurici.

Tutte le indagini sono state seguite costantemente da tecnici esperti, appartenenti al gruppo di progettazione, in maniera tale da verificare e dettagliare il programma di campionamenti e prove, nonché apportare tutte le modifiche ritenute opportune sulla base dei riscontri via via emergenti.

Di seguito sono descritte le indagini geognostiche eseguite in questa fase, riportate in una planimetria in scala 1:5.000 cui si rimanda per maggiori dettagli.

Specifici elaborati allegati al progetto riportano i risultati delle singole indagini in termini di stratigrafie, risultati prove in sito e di laboratorio, indagini geofisiche sismiche, elettriche e magnetotelluriche e rilievi geostrutturali.

#### *5.1 ACQUISIZIONE DI DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA*

Ampia documentazione bibliografica è stata già acquisita in sede di progettazione preliminare. Tale aspetto è stato comunque approfondito in questa fase con particolare riferimento agli aggiornamenti nel frattempo intervenuti sulla documentazione del PAI, sugli elaborati allegati alla strumentazione di pianificazione territoriale dei Comuni attraversati, a sopralluoghi e riunioni con la Regione Veneto in riferimento al piano cave e ai data base di sorgenti e cavità carsiche, di cui sono stati forniti gli “shape-file”. Sono inoltre state acquisite, presso la società Alto Vicentino Servizi (Avs) le ubicazioni delle emergenze idriche (pozzi e sorgenti) utilizzate a scopo idropotabile lungo la valle dell’Astico, con relative analisi chimiche e, ove disponibili, misure di portata.

#### *5.2 FOTO INTERPRETAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO.*

Una foto interpretazione geologica 3D è stata condotta, mediante uso di immagini satellitari di recente acquisizione, attraverso la restituzione di un modello DEM del terreno.

Per il lavoro sono state impiegate immagini satellitari ad alta definizione che, attraverso un’operazione di geoprocessing, hanno portato a ricavare il modello digitale di elevazione dell’areale in studio. Il DEM è stato quindi elaborato con il software principale ArcMap, appartenente alla suite di programmi di elaborazione geospaziale ArcGIS nella versione Desktop 10.2.2, e con altri software come ArcScene, ottenendo visualizzazioni 3D con possibilità di sovrapporre molti livelli di dati in un unico ambiente effettuando contestualmente operazioni di navigazione, analisi ed editing.

L’area indagata è stata estesa ad un intorno di circa 2.200 m rispetto all’asse stradale con una superficie complessiva studiata di circa 100 Km<sup>2</sup>.

Il processo di acquisizione si è articolato attraverso due fasi distinte: la fotointerpretazione e l’analisi in 3D.

La fotointerpretazione ha portato al riconoscimento delle forme del paesaggio visibili nelle stereocoppie osservate. Nel caso in studio si tratta dei lineamenti morfologici superficiali, lineari ed areali quali le forme di erosione ed accumulo, forme carsiche di superficie, andamento degli orli di terrazzi e dei cordoni morenici, perimetrazione di frane attuali o antiche, alvei sepolti, conoidi detritiche e alluvionali, assi di grandi pieghe ecc. Particolare attenzione è stata data al riconoscimento delle principali lineazioni tettoniche potenzialmente interferenti con le opere in sotterraneo.

La procedura di analisi è consistita nella determinazione delle caratteristiche fisiche e geometriche degli oggetti riconosciuti e cartografati, e nell’individuazione di caratteri/elementi desunti e/o presunti dai rilievi di superficie, dalla cartografia di progetto e dalla documentazione bibliografica, per una successiva verifica e validazione.

Le informazioni desunte dalla foto interpretazione geologica sono state verificate sul terreno e riportate nella cartografia geologica allegata al progetto.

### *5.3 RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOMECCANICI.*

I rilievi di campagna sono stati effettuati da geologi facenti parte del gruppo di progettazione.

Dal punto di vista geologico è stato affinato il rilievo di campagna lungo l’intero tracciato autostradale acquisendo stazioni geostrutturali in corrispondenza delle opere in sotterraneo. I rilievi hanno permesso di meglio ubicare/spostare, in corso d’opera, le indagini geognostiche in modo da implementare il grado di conoscenza. A titolo di esempio il sondaggio S8D è stato realizzato, sensibilmente fuori asse, in corrispondenza di un affioramento di vulcaniti riscontrate al letto della Dolomia Principale al fine di indagare spessore e caratteristiche di questa specifica e assai poco diffusa (in zona) unità stratigrafica.

A livello geomorfologico sono state compiute ricognizioni sulle aree in dissesto, sui corpi di antica frana e sulle principali evidenze carsiche. In particolare sono state individuate ed ispezionate le cavità carsiche ubicate nell’intorno dell’asse stradale.

Dal punto di vista idrogeologico sono state censite le sorgenti note, successivamente descritte e riepilogate in specifiche schede, acquisendo per ciascuna e tramite misure in sito i parametri di temperatura, conducibilità, pH e portata. Sono inoltre state ispezionate le opere di presa dei pozzi e delle sorgenti utilizzate a scopo idropotabile, la cui accessibilità è limitata e gestita dall’ente gestore. Nel corso dei rilievi di campagna sono state altresì individuate e cartografate sorgenti non segnalate nella documentazione bibliografica disponibile.

Campioni d’acqua da sottoporre ad analisi di laboratorio sono stati prelevati in numero di 10 in corrispondenza dei seguenti sondaggi e sorgenti:

- per i tratti di attraversamento dell’Astico: sondaggi S16D ed S12D in corrispondenza della falda di subalveo del torrente Astico stesso;
- per i tratti in galleria: sondaggio S8D in Vulcaniti a margine galleria Cogollo, S9D in Dolomia a margine della galleria Cogollo, S14D in Dolomia lungo la galleria S Pietro, S11D ancora in Dolomia lungo la galleria Pedescala;
- per la zona d’imbocco sud galleria Cogollo: sondaggio S7Dbis in materiale detritico poggiante su substrato roccioso vulcanico;
- per le sorgenti: sorgente Rutello e sorgente “S4D” poste in prossimità dell’imbocco sud galleria Cogollo e svincolo omonimo, e sorgente Valpegara ubicata sulla verticale della galleria S. Pietro;

A questi si aggiungono le analisi chimiche sulle sorgenti e sui pozzi utilizzate a scopo idropotabile messe a disposizione dalla società AVS.

#### 5.4 SONDAGGI CON PROVE IN SITO E DI LABORATORIO.

Al fine di completare la campagna geognostica nei tempi stabiliti i sondaggi sono stati affidati alle tre seguenti ditte:

- Geotecnica Veneta di Olmo di Martellago (Ve);
- Georicerche di Due Carrare (Pd);
- Citiemme di Torino;

in modo da garantire un utilizzo simultaneo minimo di 3 sonde e massimo di 5 sonde.

Tutti i sondaggi, fatta eccezione per S11Dbis posizionato in corrispondenza di una strada che durante l’esecuzione dei lavori poteva essere parzializzata solo per breve tempo, sono a carotaggio continuo.

Tutti i sondaggi, fatta eccezione per S10D e S17Dbis, sono attrezzati con piezometro.

Le profondità indagate variano da un minimo di 10 m per il sondaggio S0D, relativo ad un tratto in trincea, fino ad un massimo di 160 m per il sondaggio l’S14D posto lungo la galleria San Pietro.

Procedendo da Piovene verso Besenello i sondaggi sono stati realizzati: nel tratto in trincea ad inizio intervento, sul viadotto Piovene, su un cavalcavia per viabilità secondaria, lungo la

Galleria S. Agata, sullo svincolo di Cogollo, in zona d'imbocco sud della Galleria Cogollo, lungo la Galleria Cogollo, in corrispondenza del Viadotto Assa e della Galleria Pedescala, sul Viadotto Settecà, lungo la galleria S. Pietro, all'imbocco nord della Galleria San Pietro, sul Viadotto Molino e svincolo di Pedemonte.

Sono stati eseguiti n° 22 sondaggi per oltre 1.020 m di perforazione che di fatto integrano e completano i sondaggi già realizzati durante le campagne del 1995 e 2005 lungo il medesimo tracciato.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite sistematiche prove in sito consistenti in:

- n° 136 prove SPT in materiali sciolti. Tutte le prove sono state eseguite con campionatore Raymond corredato di scarpa a punta chiusa con angolo di apertura  $s$  di  $60^\circ$  ed impiegando un'apparecchiatura a percussione del peso standard di 63,5 Kg con sganciamento automatico del maglio dall'altezza prefissata di 760 mm;
- n° 11 prove di permeabilità tipo Lefranc in materiali sciolti, effettuate con la modalità a carico costante misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello d'acqua a bocca foro;
- n° 13 prove di permeabilità tipo Lugeon in roccia, eseguite in avanzamento isolando la tasca di prova mediante 1 packer e misurando la portata immessa a gradini regolari di pressione mantenuti ciascuno per almeno 10 minuti;
- n° 12 prove dilatometriche in roccia;
- n° 7 prove con pocket penetrometer direttamente sulle carote in presenza di materiali fini.

Sono inoltre stati prelevati oltre 220 campioni rimaneggiati consistenti in ghiaia e sabbia nei materiali sciolti, e carote lapidee nei tratti in roccia, sottoposti a prove di laboratorio. A causa della diffusa presenza di materiali granulari è stato possibile procedere con il prelievo di un unico campione indisturbato.

La tabella 5.1 riepiloga le coordinate e quote dei singoli sondaggi eseguiti, mentre la tabella 5.2 riepiloga per ciascun sondaggio le prove in sito ed i campioni prelevati; nell'ultima colonna a destra è sinteticamente descritta la stratigrafia dei terreni attraversati.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Sondaggio	prof (m)	Lat	Long	Quota (mslm)	Sondaggio	prof (m)	Lat	Long	Quota (mslm)
S0D	10	5071010	1689963	260,3	S9D	40	5078553	1684287	335
S1D	50	5071493	1689568	268,9	S10D	40	5079792	1684514	341
S2D	30	5071827	1689158	280,28	S11D	45	5079953	1684630	395
S2D bis	15	5072050	1688773	282,5	S11Dbis	80	5080004	1684463	415
S3D	25	5072160	1688228	300,1	S12D	50	5081337	1683585	320
S4D	35	5072670	1687461	303,19	S13D	50	5081479	1683488	321
S5D	35	5073198	1687112	294,13	S14D	160	5082932	1682595	497,03
S6D	35	5073819	1686797	306,18	S15D	30	5084769	1681722	449
S7D	50	5073988	1686637	334	S16D	50	5085100	1681465	410
S7D bis	71,4	5074404	1686361	351	S17D	40	5085320	1681289	421,7
S8D	77	5075325	1684301	267	S17D bis	10	5085216	1681437	403,4

TABELLA 5.1 COORDINATE E QUOTE SONDEGGI 2016 - 2017

CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI PROGETTO DEFINITIVO 2016 - 2017													
Sondaggio	Esecutore	prof (m)	piez tubo aperto	camp. rim (n°)	camp. indist (n°)	camp. amb. (n°)	prova dilatom (n°)	Permeabilità		SPT (n°)	Pocket Penetrom	Torvaine	Materiale
								Lugeon	Lefranc				
S0D	Geotecnica Veneta	10	si	5		3				4			Ghiaia in matrice sabbioso limosa. Presenti blocchi
S1D	Geotecnica Veneta	50	si	15		3				12			Ghiaia in matrice limosa. Rari blocchi
S2D	Geotecnica Veneta	30	si	12		3			1	10			Ghiaia in matrice sabbioso limosa
S2D bis	Geotecnica Veneta	15	si	7		3				7			Ghiaia in matrice sabbioso limosa. Rari blocchi
S3D	Geotecnica Veneta	25	si	7		3				7			Ghiaia in matrice sabbioso limosa. Frequenti blocchi
S4D	Geotecnica Veneta	35	si	13	1	2			1	11	2	2	Ghiaia in matrice sabbioso limosa
S5D	Geotecnica Veneta	35	si	14					1	11			Ghiaie sabbioso limose con intercalazioni di limi sabbiosi
S6D	Geotecnica Veneta	35	si	13					1	11	5	5	Ghiaie sabbioso limose con intercalazioni di limi sabbiosi
S7D	Georicerche	50	si	5		3				2			Ghiaia in matrice sabbiosa. Trovanti fino a 26,5 m
S7D bis	CTM	71,4	si	5									Frammenti lapidei con sabbia limosa / Vulcaniti
S8D	CTM	77	si	15			2	4					Vulcaniti
S9D	CTM	40	si	12			2	2					Dolomia
S10D	CTM	40	no	12		3	3	2					Dolomia
S11D	CTM	45	si	15		3							Dolomia
S11Dbis	CTM	80	si	0									Dolomia
S12D	CTM	50	si	19					1	18			Ghiaie e sabbie debolmente limose
S13D	CTM	50	si	18					1	18			Ghiaie e sabbie debolmente limose
S14D	Georicerche	160	si	3		3	5	5					Dolomia molto fratturata
S15D	Georicerche	30	si	5		3			1	2			Trovanti in ghiaia sabbiosa / ciottoli con ghiaia sabbiosa
S16D	Georicerche	50	si	15					1	15			Trovanti in ghiaia sabbiosa / ciottoli con ghiaia sabbiosa
S17D	Georicerche	40	si	10					1	10			Riporto, trovanti in ghiaia, ciottoli con ghiaia sabbiosa
S17D bis	Georicerche	10	no	5									Riporto, trovanti in ghiaia, ciottoli con ghiaia sabbiosa

TABELLA 5.2 SONDEGGI CAMPAGNA 2016-2017

Dato che i campioni riferibili a materiali sciolti sono quasi esclusivamente granulari le prove di laboratorio eseguite riguardano peso di volume, contenuto d’acqua, granulometria e, ove possibile, limiti di Atterberg.

La tabella 5.3 riepiloga i risultati delle prove di laboratorio condotte sui campioni terrosi prelevati in corrispondenza dei sondaggi.

Sui campioni lapidei, riferibili alla Dolomia Principale ed alle Vulcaniti, è stato determinato il peso di volume, resistenza a compressione semplice, resistenza a compressione triassiale, resistenza a trazione. Sono inoltre state eseguite prove per valutare la fresabilità in vista della previsione di scavo meccanizzato della galleria Cogollo fra cui in particolare determinazione all’indice DRI (Drilling Rate Index), dell’indice CLI (Cutter Life Index) e dell’Indice CAI (Cerchar Abrasivity Index). La tabella 5.4 riepiloga i risultati delle prove di laboratorio geomeccanico sui campioni di dolomia e vulcaniti (riodaciti) prelevati in corrispondenza dei sondaggi, e la tabella 5.5 i risultati delle prove di fresabilità.

Sono altresì stati prelevati alcuni campioni di Dolomia in affioramento sui quali, dopo averli opportunamente ridotti ad adeguata pezzatura, sono state eseguite prove Los Angeles. Sono inoltre state acquisite alcune prove eseguite su Dolomia proveniente e lavorata da cava Molino (zona svincolo Pedemonte) e relative a: determinazione dell’indice di forma, Micro Deval, assorbimento d’acqua ed ancora Los Angeles. I valori di Los Angeles misurati variano complessivamente nel range 19 – 23%

Infine in corrispondenza del sondaggio S14D a fine lavori sono state eseguite: prova di verticalità in foro, rilievo televisivo, gamma ray log, rilievo della temperatura e misura della conducibilità elettrica.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

SONDAGGI. PROVE LABORATORIO TERRE																		
Sond.	Camp.	Profondità:	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	$\rho_s$	$\rho_n$	W <sub>n</sub>	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	Pen	Tor	S.O.V.	Cc	Cv	T.D.
n°	n°	m	%	%	%	%	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%		kPa	kPa	%		m <sup>2</sup> /s	$\phi^\circ, c' \text{ kPa}$
0 D	A	0.00 - 0.40	35	17	42	6			20,1	52	31	21			7,1			
	B	2.50 - 2.95	77	14	9													
	C	4.00 - 4.45	58	25	12	5												
	D	6.20 - 6.65	69	20	8	3												
	E	7.70 - 8.15	39	33	21	7				28	19	9						
1 D	A	4.00 - 4.45	51	22	22	5							n.p.					
	B	7.50 - 7.95	35	34	21	10							n.p.					
	C	9.00 - 9.45	56	27	12	5												
	D	12.00 - 12.45	65	20	11	4												
	E	15.00 - 15.45	56	25	14	5												
	F	18.00 - 18.45	56	28	12	4												
	G	21.00 - 21.45	65	21	10	4												
	H	24.00 - 24.45	55	23	15	7												
	I	27.00 - 27.45	64	23	10	3												
	L	28.50 - 28.95	71	19	10													
	M	31.50 - 31.95	67	15	13	5												
	N	34.50 - 34.95	63	20	12	5												
	O	38.00 - 38.50	66	22	9	3												
P	43.00 - 43.50	52	26	15	7													
Q	48.00 - 48.50	60	19	13	8													
2 D	A	0.50 - 1.00	20	37	33	10			21,3	55	28	27			5,4			
	B	2.70 - 3.15	58	17	21	4				27	18	9						
	C	5.10 - 5.55	57	23	17	3												
	D	9.30 - 9.75	67	23	10													
	E	11.00 - 11.45	62	24	11	3												
	F	13.50 - 14.00	67	22	11													
	G	14.00 - 14.50	57	24	15	4												
	H	17.00 - 17.45	64	22	11	3												
	I	20.00 - 20.45	66	22	12													
	L	23.00 - 23.45	65	18	13	4												
	M	24.50 - 24.95	72	20	8													
N	27.50 - 27.95	68	22	10														
2 D bis	A	2.50 - 2.95	57	22	17	4												
	B	5.50 - 5.95	57	18	18	7												
	C	7.00 - 7.45	47	38	14	5												
	D	8.50 - 8.95	55	22	18	5												
	E	10.00 - 10.45	50	24	14	6												
	F	11.50 - 11.95	59	23	16	2												
	G	13.00 - 13.45	46	30	22	4												
3 D	A	3.00 - 3.45	77	10	10	3												
	B	6.00 - 6.45	61	22	12	5												
	C	9.00 - 9.45	64	22	11	3												
	D	12.00 - 12.45	53	26	19	2												
	E	15.00 - 15.45	68	19	11	2												
	F	18.00 - 18.45	49	27	16	8												
	G	22.50 - 22.95	55	22	18	5												
4 D	A	0.00 - 1.00	13	53	25	9			35,6	50	32	18			6,9			
	I	2.00 - 2.50		8	78	14	2,790	2,065	23,5	31	19	12	80 - 250	25 - 55		0,131	2E-06	f' 14.5 c' 21
	B	3.50 - 3.95	72	17	11													
	C	6.50 - 6.95	46	24	18	12				22	12	10						
	D	9.50 - 9.95	53	25	14	8												
	E	12.00 - 12.45	40	35	16	9												
	F	13.00 - 13.50	56	26	12	6												
	G	15.00 - 15.45	49	27	16	8												
	H	18.00 - 18.45	55	25	14	6												
	I	21.00 - 21.45	57	30	9	4												
	L	24.00 - 24.45	53	22	18	7				29	16	13						
	M	28.50 - 28.95	45	29	17	9				32	17	15						
	N	31.50 - 31.95	45	29	19	7												
O	33.00 - 33.45	64	24	12														

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

<b>SONDAGGI. PROVE LABORATORIO TERRE</b>																			
Sond.	Camp.	Profondità:	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	$\rho_s$	$\rho_n$	$W_n$	Wl	Wp	Ip	Pen	Tor	S.O.V.	Cc	Cv	T.D.	
n°	n°	m	%	%	%	%	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%		kPa	kPa	%		m <sup>2</sup> /s	$\phi^\circ, c' \text{ kPa}$	
5 D	A	0.00 - 0.60	47	19	29	5			16,4	56	36	20			6,8				
	B	3.00 - 3.45	33	30	24	13				21	14	7							
	C	6.00 - 6.45	53	22	18	7				21	16	5							
	D	7.50 - 7.95	13	24	47	16				25	16	9							
	E	10.50 - 10.95	65	25	10														
	F	12.00 - 12.45	16	31	45	8				19	15	4							
	G	16.50 - 16.95	57	23	13	7				18	14	4							
	H	19.50 - 19.95	12	53	29	6				16	13	3							
	I	22.00 - 22.50	24	53	17	6													
	L	22.50 - 22.95	6	63	22	9				17	15	2							
	M	25.50 - 25.95	51	28	18	3													
	N	28.50 - 28.95		24	64	12				25	16	9							
	O	29.40 - 30.00		5	50	45				27	16	11							
P	31.50 - 31.95	60	27	13															
6 D	A	0.00 - 1.00	23	27	32	18			21,3	51	25	26			2,6				
	B	2.50 - 2.95	67	19	11	3													
	C	5.50 - 5.95	68	20	12														
	D	7.00 - 7.45	27	52	18	3													
	E	10.00 - 10.45	26	20	39	15				21	14	7							
	F	13.00 - 13.45	55	22	16	7													
	G	16.00 - 16.45	9	47	33	11				18	16	2							
	H	17.00 - 17.50	50	24	16	10													
	I	19.00 - 19.45	14	20	54	12				19	16	3							
	L	22.00 - 22.45	42	36	14	8													
	M	25.00 - 25.45	28	50	14	8													
N	28.00 - 28.45	28	48	14	10														
O	31.00 - 31.45	48	38	14															
S7D	C1	4,50-5,00	55	21	24														
	C2	14,50-15,00	63	17	20														
	C3	28,00-28,50	64	17	20														
	C4	32,50-33,00	35	21	25	19				18,00	12,00	6,00							
	C5	45,50-46,00	44	23	18	16													
S7Dbis	CR1	12.50-13.00	49	33	12	6	3	2	8	11									
	CR2	31.00-31.50	40	35	17	8	3	2	8	17	13	5							
	CR3	44.00-44.50	42	21	19	17	3	2	10	22	13	9							
	CR4	50.00-50.50	4	27	31	39	3	2	13	22	16	7							
	CR5	56.30-57.00	6	32	30	33	3	2	14	37	25	13							
S12D	CR1	1.50-2.00	71	18	11														
	CR2	3.00-3.50	72	22	6														
	CR3	4.50-5.00	66	29	6														
	CR4	6.00-6.50	65	29	6		3	2	4										
	CR5	7.50-8.00	83	14	3														
	CR6	9.00-9.50	54	37	9														
	CR7	10.50-11.00	64	28	8														
	CR8	12.00-12.50	50	41	9		3	2	5										
	CR9	13.50-14.00	64	28	8														
	CR10	15.00-15.50	66	27	6														
	CR11	16.50-17.00	65	32	4														
	CR12	18.00-18.50	59	35	6		3	2	4										
	CR13	19.50-20.00	63	27	10														
	CR14	21.00-21.50	40	43	12	5				17									
	CR15	22.50-23.00	45	48	7														
	CR16	24.00-24.50	45	41	10	4	3	2	5	18									
	CR17	27.00-27.50	62	31	7														
	CR18	30.00-30.50	69	23	8														
	CR19	49.50-50.00	10	42	36	12	3	2	4	24	19	5							

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

SONDAGGI. PROVE LABORATORIO TERRE																			
Sond.	Camp.	Profondità:	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	$\rho_s$	$\rho_n$	$W_n$	Wl	Wp	Ip	Pen	Tor	S.O.V.	Cc	Cv	T.D.	
n°	n°	m	%	%	%	%	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%		kPa	kPa	%		m <sup>2</sup> /s	$\phi^\circ$ , c' kPa	
S13D	CR1	1.50-2.00	67	25	8														
	CR2	3.00-3.50	66	26	9														
	CR3	4.50-5.00	47	43	10														
	CR4	6.00-6.50	46	42	12														
	CR5	7.50-8.00	31	48	16	5	3	2	8	13									
	CR6	9.00-9.50	56	39	5														
	CR7	10.50-11.00	46	44	10														
	CR8	12.00-12.50	73	25	2														
	CR9	13.50-14.00	49	37	10	4	3	2	4	18									
	CR10	15.00-15.50	70	25	5														
	CR11	16.50-17.00	41	40	11	7	3	2	6	17	13	3							
	CR12	18.00-18.50	36	41	14	10	3	2	6	16	13	3							
	CR13	19.50-20.00	72	26	2														
	CR14	21.00-21.50	59	34	7														
	CR15	22.50-23.00	63	30	7														
	CR16	24.00-24.50	35	41	14	9	3	2	5	16	14	2							
	CR17	27.00-27.50	58	33	8														
	CR18	30.00-30.50	58	32	10														
S15D	C1	3,00-3,50	82	8	6	4													
	C2	7,00-7,50	65	14	12	9													
	C3	12,60-13,10	64	17	10	8				20	16	4							
	C4	17,00-17,50	57	24	10	9				16	13	3							
	C5	24,50-25,00	24	22	10	7				16	12	4							
S16D	C1	2,00-2,50	72	16	6	5													
	C2	4,50-5,00	78	13	9														
	C3	6,00-6,50	70	17	9	4													
	C4	8,00-8,50	58	23	12	7													
	C5	10,00-10,50	80	14	6														
	C6	12,00-12,50	76	16	5	3													
	C7	14,00-14,50	77	15	5	3													
	C8	16,00-16,50	79	14	7														
	C9	20,00-20,50	72	17	6	5													
	C10	22,00-22,50	68	24	7	1													
	C11	24,00-24,50	63	20	17														
	C12	26,00-26,50	78	15	7														
	C13	30,00-30,50	53	21	13	12				18	13	5							
	C14	42,00-42,50	57	24	10	8				16	13	3							
	C15	45,5-46,00	71	15	14					22	16	6							
S17D	C1	3,00-3,50	74	15	7	5													
	C2	6,00-6,50	74	17	10														
	C3	7,50-8,00	73	13	7	8				33	20	13							
	C4	9,50-10,20	2	16	36	46				95	35	60					8,3 E-8	f 16,2 c' 26	
	C5	11,00-11,50	43	18	21	18				31	18	13							
	C6	13,50-14,00	48	25	27					17	13	4							
	C7	16,00-16,50	57	20	11	12				20	15	5							
	C8	20,00-20,50	58	24	18														
	C9	26,00-26,50	64	22	9	6				17	12	5							
	C10	30,50-31,00	53	23	24					15	12	3							
S17Dbis	C1	0,5-1,00	5	17	21	57				62	25	37							
	C2	1,5-2,00	71	12	10	7													
	C3	3,00-3,50	62	21	18														
	C4	6,00-6,50	49	25	15	11													
	C5	8,00-8,50	46	27	17	11				15	13	2							

TABELLA 5.3 RIEPILOGO PROVE DI LABORATORIO TERRE 2016 - 2017

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Sondaggio	Campione	Profondità		Compressione monoax						Compressione triassiale					
				$\gamma_n$	$\gamma_d$		$\sigma_c$	E	v	$\sigma_1, \sigma_3$	$\sigma_1$	$\sigma_3$	$E_t$	v	$\sigma^t$
n°		m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	%	MPa	MPa		MPa	MPa	MPa	MPa		MPa
SD9	C1	10,40-10,80	Dolomia	27,09	27,04	0,19				85,91	90,91	5,0	58513	0,30	6,67
SD9	C1	10,40-10,80	Dolomia							123,85	133,85	10,0	41057	0,12	
SD9	C1	10,40-10,80	Dolomia							237,76	252,76	15,0	47500	0,15	
SD9	C2	11,10-11,60	Dolomia												
SD9	C3	17,55-17,80	Dolomia	27,02	27,01	0,04	52,35	63987	0,25						
SD9	C4	18,80-19,00	Dolomia												6,57
SD9	C5	23,00-23,30	Calcare marnoso	26,47	26,46	0,03	49,85	37548	0,25						9,38
SD9	C6	28,00-28,40	Calcare marnoso												
SD9	C7	30,50-31,00	Dolomia	27,10	27,08	0,07	68,06	50251	0,10						4,70
SD9	C8	32,50-32,80	Dolomia												
SD9	C9	34,30-34,85	Dolomia	26,65	26,61	0,14				96,01	106,01	10,0	36900	0,19	
SD9	C9	34,30-34,85	Dolomia							137,78	152,78	15,0	58382	0,19	
SD9	C9	34,30-34,85	Dolomia							227,14	247,14	20,0	69091	0,19	
SD9	C10	35,75-36,20	Dolomia												
SD9	C11	37,00-37,35	Dolomia												
SD9	C12	39,50-40,00	Dolomia	27,28	27,23	0,18				122,64	137,64	15,0	41831	0,20	4,99
SD9	C12	39,50-40,00	Dolomia							186,51	206,51	20,0	51045	0,14	
SD9	C12	39,50-40,00	Dolomia							157,76	182,76	25,0	25840	0,17	
SD10	C1	5,00-5,40	Dolomia	27,20	27,19	0,03	113,97	52265	0,10						7,09
SD10	C2	10,20-10,65	Dolomia												
SD10	C3	12,25-12,65	Dolomia												
SD10	C4	17,00-17,40	Dolomia												
SD10	C5	20,20-20,80	Dolomia	26,64	26,63	0,06	96,19	58532	0,15						
SD10	C6	22,55-23,00	Dolomia	26,41	26,36	0,20				183,12	188,12	5,0	52182	0,26	
SD10	C6	22,55-23,00	Dolomia							183,99	193,99	10,0	54234	0,21	
SD10	C6	22,55-23,00	Dolomia							206,83	221,83	15,0	114589	0,25	
SD10	C7	27,00-27,85	Dolomia												
SD10	C8	31,35-31,70	Dolomia												2,68
SD10	C9	33,15-33,55	Dolomia	27,42	27,40	0,06	85,45	58185	0,22						12,14
SD10	C10	34,00-34,60	Dolomia												
SD10	C11	38,00-38,50	Dolomia	27,31	27,30	0,05				202,35	212,35	10,0	74495	n.d.	
SD10	C11	38,00-38,50	Dolomia							384,43	399,43	15,0	81303	0,24	
SD10	C11	38,00-38,50	Dolomia							200,40	220,40	20,0	60082	0,42	
SD10	C12	38,70-39,00	Dolomia	27,00	29,98	0,10				172,51	187,51	15,0	85634	0,40	
SD10	C12	38,70-39,00	Dolomia							244,49	264,49	20,0	75556	0,38	
SD10	C12	38,70-39,00	Dolomia							236,21	261,21	25,0	86455	0,26	
SD11	CR1	5,00-5,35	Dolomia	27,25	27,24	0,01	92,57	33673	0,20						
SD11	CR2	8,65-8,90	Dolomia												
SD11	CR3	9,30-9,55	Dolomia	26,93	26,92	0,02	66,62	53299	n.d.						
SD11	CR4	12,65-12,90	Dolomia	27,16	27,14	0,08				242,36	252,36	10,0	68667	0,43	
SD11	CR5	16,00-16,50	Dolomia	26,13	26,11	0,06	36,54	12616	0,26						
SD11	CR6	17,00-17,50	Dolomia	27,06	27,04	0,06				104,48	114,48	10,0	32447	0,30	16,39
SD11	CR6	17,00-17,50	Dolomia							199,25	214,25	15,0	44461	0,33	
SD11	CR6	17,00-17,50	Dolomia							187,31	207,31	20,0	38959	0,33	
SD11	CR7	19,30-19,70	Dolomia	27,00	26,99	0,02	82,45	48112	0,41						6,50
SD11	CR8	22,00-22,80	Dolomia	26,50	26,48	0,07	64,35	31539	0,11	42,78	47,78	5,0	12653	0,12	7,85
SD11	CR8	22,00-22,80	Dolomia							175,51	185,51	10,0	42493	0,24	
SD11	CR8	22,00-22,80	Dolomia							151,11	166,11	15,0	40460	0,28	
SD11	CR9	25,15-25,55	Dolomia												
SD11	CR10	27,50-27,90	Dolomia	26,95	26,94	0,04				136,05	146,05	10,0	66888	0,43	
SD11	CR10	27,50-27,90	Dolomia							166,89	181,89	15,0	78068	0,34	
SD11	CR10	27,50-27,90	Dolomia							226,04	246,04	20,0	67401	0,36	
SD11	CR11	31,00-31,35	Dolomia	26,61	26,60	0,05	19,53								
SD11	CR12	32,20-32,60	Dolomia	25,88	25,86	0,07	18,27								
SD11	CR13	36,15-36,35	Dolomia	26,65	26,63	0,09									6,34
SD11	CR14	39,00-39,40	Dolomia	26,82	26,81	0,04				172,57	192,57	20,0	67500	n.d.	
SD11	CR15	42,00-42,45	Dolomia	27,29	27,28	0,06				248,98	263,98	15,0	61875	0,35	14,67
SD11	CR15	42,00-42,45	Dolomia							229,20	254,20	25,0	48038	0,34	
			valore medio	26,87	26,97	0,07	65,09	45455,18	0,21	182,97	197,81	14,84	57567,71	0,27	8,15
			dev.standard	0,39	0,74	0,05	29,32	15125,65	0,10	63,75	66,53	5,70	20774,38	0,09	4,00

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Sondaggio	Campione	Profondità		Compressione monoax					Compressione triassiale						
				$\gamma_n$	$\gamma_d$		$\sigma_c$	E	$\nu$	$\sigma_1, \sigma_3$	$\sigma_1$	$\sigma_3$	$E_t$	$\nu$	$\sigma_t$
n°		m		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	MPa	MPa		MPa	MPa	MPa	MPa		MPa
SD8	C1	17,00-17,80	Vulcanite	24,89	24,88	0,07				104,79	109,79	5,0	31720	0,34	
SD8	C1	17,00-17,80	Vulcanite							94,81	104,81	10,0	30612	0,23	
SD8	C2	19,20-19,60	Vulcanite												
SD8	C3	23,00-23,85	Vulcanite												
SD8	C4	29,50-29,85	Vulcanite												6,15
SD8	C5	34,30-35,10	Vulcanite	25,18	25,15	0,11				158,86	171,86	13,0	30250	0,15	
SD8	C6	36,20-36,50	Vulcanite	24,63	24,59	0,14				46,94	51,94	5,0	17688	0,34	7,96
SD8	C6	36,20-36,50	Vulcanite							107,19	117,19	10,0	48604	0,14	
SD8	C7	39,00-39,60	Vulcanite	25,39	25,37	0,05	28,80	20000	0,20						
SD8	C8	40,25-40,50	Vulcanite												
SD8	C9	44,10-44,40	Vulcanite												
SD8	C10	46,60-46,90	Vulcanite												
SD8	C11	49,60-49,82	Vulcanite												11,67
SD8	C12	64,65-65,00	Vulcanite	25,32	25,29	0,10				117,86	133,86	16,0	40650	0,24	
SD8	C13	66,40-66,75	Vulcanite	25,21	25,17	0,19				111,47	121,47	10,0	50592	0,15	13,72
SD8	C13	66,40-66,75	Vulcanite							100,37	113,37	13,0	40492	0,20	
SD8	C13	66,40-66,75	Vulcanite							178,26	191,26	16,0	34459	0,25	
SD8	C14	69,15-69,55	Vulcanite	25,14	25,13	0,04	72,96	34396	0,21						
SD8	C15	72,45-72,90	Vulcanite	25,44	25,40	0,13				182,59	195,59	13,0	47190	0,15	
SD8	C15	72,45-72,90	Vulcanite							86,23	102,23	16,0	42281	n.d.	
SD8	C15	72,45-72,90	Vulcanite							242,27	260,27	18,0	35981	0,23	
SD8	C16	73,00-73,35	Vulcanite	24,99	24,98	0,05	75,30	55657	0,16						
SD8	C17	76,35-76,80	Vulcanite												
			valore medio	25,13	25,11	0,10	59,02	36684,33	0,19	127,64	139,47	12,08	37543,25	0,22	9,88
			dev.standard	0,26	0,26	0,05	26,20	17938,30	0,03	53,12	55,71	4,23	9379,82	0,07	3,44

TABELLA 5.4 RIEPILOGO PROVE LABORATORIO ROCCIA (DOLOMIA E VULCANITI) 2016 - 2017

Sondaggio	Campione	Profondità	Litologia	Prove di perforabilità SJ a 20 kg mm/10	DRI	AVS	CLI	Cerchar test
								CAI index (HRC 55) mm/10
-	-	-	-	-	-	-	-	-
SD8	C5	34,30-35,10	Vulcanite					3.5
SD8	C6	36,20-36,50	Vulcanite					3.3
SD8	C10	46,60-46,90	Vulcanite	161.7	68	15.5	34.1	
SD8	C11	49,60-49,82	Vulcanite					3.4
SD8	C13	66,40-66,75	Vulcanite					3.8
SD9	C2	11,10-11,60	Dolomia	53.8	46	16	22.1	
SD9	C4	18,80-19,00	Dolomia					1.70
SD9	C12	39,50-40,00	Dolomia					2.60
SD10	C5	20,20-20,80	Dolomia	22.8	40	14	16.7	2.40
SD10	C7	27,00-27,85	Dolomia	36.9	38	17	18.6	2.30
SD10	C10	34,00-34,60	Dolomia	32.4	36	15.5	18.4	3.40
SD11	CR7	19,30-19,70	Dolomia	100.5	71	16.5	27.7	2.40
SD11	CR15	42,00-42,45	Dolomia	33.1	52	17.5	17.7	2.50

TABELLA 5.5 RIEPILOGO PROVE DI FRESABILITA' IN DOLOMIA E VULCANITI 2016 - 2017

#### 5.4.1 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.

Come anticipato tutti i sondaggi di definitivo, fatta eccezione per S10D ed S17D, sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda nel tempo; gli strumenti sono protetti da pozzetto munito di chiave con lucchetto.

La tabella 5.6 riepiloga gli esiti delle misure eseguite in sito nel corso della campagna d’indagine. Come evidenziato nella stessa tabella i pozzetti dei piezometri S2D – S2Dbis – S3D sono stati danneggiati e asportati nel marzo 2017 poco dopo l’esecuzione delle prime misure.

Sondaggio			Data misura e livello falda nei piezometri di definitivo (2016-2017)												
Sondaggio	Quota (mslm)	Prof (m)	22.12. 2016	10.12. 2016	10.01. 2017	19.01. 2017	23.01. 2017	02.02. 2016	06.02. 2017	14.02. 2017	22.02. 2017	01.03. 2017	07.03. 2017	23.03. 2017	03.04. 2017
S0D	260,3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S1D	268,9	50	-	-	-	-	-	-	-	-	asciutto	asciutto	asciutto	49,00	49,00
S2D	280,3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	rotto	rotto	rotto
S2D bis	282,5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	rotto	rotto	rotto
S3D	300,1	25	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	rotto	rotto	rotto
S4D	303,2	35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	33,70	33,54
S5D	294,1	35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S6D	306,2	35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	n.r.	29,55
S7D	334	50						31,00	31,00	32,90			25,65	25,40	26,07
S7D bis	351	71,4								32,90		33,60	22,75	n.r.	31,98
S8D	267	77								28,40		33,45	29,90	31,40	32,60
S9D	335	40				31,20	33,30	35,70		29,20		30,15	26,40	35,74	35,60
S11D	395	45												14,35	18,25
S11D bis	415	80										45,10	51,20	n.r.	63,83
S12D	320	50			3,90	3,50	3,50			3,50		3,40	3,20	3,33	3,30
S13D	321	50		3,80	3,80	3,80	3,90			3,90		3,70	3,50	3,65	3,66
S14D	497	160													71,05
S15D	449	30					26,40	26,90	27,30		29,80	30,50	30,80	n.r.	asciutto
S16D	410	50	9,80	9,78				9,78	9,80		9,75	9,72	9,65	9,40	9,65
S17D	421,7	40					17,20	16,90	16,80		15,95	15,52	14,40	n.r.	15,66

TABELLA 5.6 LETTURE PIEZOMETRI DI DEFINITIVO 2016 - 2017

Nel corso delle attività di campagna sono state effettuate delle ricognizioni per verificare la posizione/disponibilità dei piezometri eseguiti nelle fasi progettuali precedenti. Nessun strumento è stato riscontrato.

La tabella 5.7 riporta le misure disponibili allegate alla pregressa documentazione progettuale.

Data e livello falda piezometri indagini 1995 e 2005							
Sondaggio	Quota (mslm)	Prof (m)	05.06. 1995	16.06. 1995	30.06. 1995	28.02. 2005	09.03. 2005
EXCPT	240	40	7,63	6,89	8,92	-	-
SD3P	300	20	-	-	-	-	asciutto
SD4P	285	20	-	-	-	asciutto	-

TABELLA 5.7 LETTURE PIEZOMETRI PREGRESSI

### 5.5 POZZETTI ESPLORATIVI.

Le ditte Geotecnica Veneta e Georicerche hanno eseguito n° 6 pozzetti esplorativi di profondità compresa fra 1 - 3 m. da p.c. Posizionati nei tratti all’aperto hanno permesso di individuare lo spessore del terreno vegetale, prelevare campioni, verificare la tipologia dei terreni posti a modesta profondità, effettuare prove in sito volte alla verifica della capacità portante e permeabilità dei terreni. Su ogni pozzetto:

- sono state eseguite n° 2 prove di carico con piastra da 300 mm su due cicli (carico – scarico – carico) fra 0,15 – 0,25 MPa alle profondità di 0,3-0,5 m e 1 m da p.c., per un totale di 12 prove;
- si sono prelevati n° 10 campioni rimaneggiati;
- sono state effettuate n° 2 prove Lefranc.

La tabella seguente riepiloga le caratteristiche dei pozzetti e la tipologia di prelievi e prove in sito.

Sondaggio	Esecutore	prof (m)	Lefranc (n°)	camp. rim (n°)	camp. amb. (n°)	Carico piastra (n°)	Materiale
PZ1D	Geotecnica Veneta	1		2		2	Ghiaia con sabbia limosa
PZ2D	Geotecnica Veneta	1		2		2	Ghiaia con sabbia limosa
PZ3D	Geotecnica Veneta	2		2	2	2	Ghiaia con sabbia limosa
PZ4D	Geotecnica Veneta	3		2	3	2	Ghiaia con sabbia limosa
PZ5D	Georicerche	3	1	1	3	2	Trovanti, ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa
PZ6D	Georicerche	3	1	1	3	2	

TABELLA 5.8 POZZETTI ESPLORATIVI CAMPAGNA 2016 – 2017

La tabella 5.9 riepiloga gli esiti delle prove di laboratorio geotecnico sui campioni prelevati, mentre la tabella 5.10 riporta gli esiti delle prove di carico con piastra.

<b>POZZETTI. PROVE LABORATORIO TERRE</b>											
Pozzetti	Camp.	Profondità:	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	W <sub>n</sub>	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	Ip	S.O.V.
n°	n°	m	%	%	%	%	%	%	%		%
PZ1D	A	0.00 - 0.30	68	12	15	5	21,0	61	46	15	5,7
	B	0.30 - 1.00	70	20	10						
PZ2D	A	0.00 - 0.40	65	15	13	7	33,1	50	27	23	4,8
	B	0.40 - 1.00	81	15	4						
PZ3D	A	0.00 - 0.30	50	23	18	9	20,1	53	31	22	4,1
	B	1.00 - 2.00	50	24	18	6					
PZ4D	A	0.00 - 0.60	43	28	23	6	21,9	50	29	21	5,4
	B	2.00 - 3.00	49	28	19	4					
PZ5D	C1	0,00-3,00	57	21	14	8,24		15	12	3	
PZ6D	C1	0,00 - 3,00	76	11	7	6		21	16	5	

TABELLA 5.9 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO CAMPIONI DA POZZETTO ESPLORATIVO CAMPAGNA 2016-2017

Pozzetto	Prof (m)	Permeabilità		Carico con piastra		
		Lefranc (m/s)	Modulo 1° e 2° ciclo carico prova 1 (Mpa)	Prof prova 2 (m)	Modulo 1° e 2° ciclo carico prova 2 (Mpa)	Materiale
PZ1D	1,00		11 143	1,00	24 176	Ghiaia con sabbia limosa
PZ2D	1,00		14 300	1,00	17 231	Ghiaia con sabbia limosa
PZ3D	2,00		14 143	1,00	19 300	Ghiaia con sabbia limosa
PZ4D	3,00		13 97	1,10	18 500	Ghiaia con sabbia limosa
PZ5D	3,00	7,2 x 10 <sup>-5</sup>	11 30	1,00	2,9 15	Trovanti, ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa
PZ6D	3,00	1,44 x 10 <sup>-4</sup>	10 27	1,00	1,8 11	Trovanti, ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa

TABELLA 5.10 PROVE DI CARICO CON PIASTRA SU POZZETTO

### 5.6 INDAGINI GEOFISICHE. SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA ELETTRICA.

Stante la scarsa accessibilità delle aree una valida integrazione all’analisi conoscitiva è stata ottenuta attraverso indagini sismiche a rifrazione con tecnica tomografica in onde P ed S poste prevalentemente in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e più limitatamente (a causa

delle elevate coperture) delle gallerie naturali (traverse sismiche TSD10 – TSD10bis – TSD10ter lungo la galleria S. Pietro eseguite a riflessione).

Una taratura delle indagini geofisiche è stata ottenuta attraverso le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo ubicati, ove possibile, nelle vicinanze degli stendimenti.

Sempre con riferimento alla reciproca taratura dell’indagine geofisica agli imbocchi delle gallerie, ed in sostanziale sovrapposizione con gli stendimenti sismici, sono stati eseguiti stendimenti di tomografia elettrica.

Come riepilogato in tabella 5.11 e 512 sono state eseguite n° 14 traverse sismiche a rifrazione e n° 2 a riflessione per complessivi 3.931 +1.885 m di stendimento, e n° 7 tomografie elettriche per complessivi 1040 m di stendimento.

Stendimenti sismici ed elettrici, laddove entrambi presenti, sono stati eseguiti lungo il medesimo allineamento.

ID SEZIONE	SISMICA A RIFRAZIONE	SISMICA A RIFLESSIONE	TOMOGRAFIA ELETTRICA	INDAGINI MASW
TSD1	X		X	
TSD2	X			
TSD2bis	X			
TSD3	X		X	
TSD4	X		X	
TSD4bis	X			
TSD5	X		X	
TSD6	X			
TSD7	X		X	
TSD8	X		X	
TSD9	X			
TSD10	X			
TSD10bis	X	X		
TSD10ter	X			
TSD11	X		X	
Vs30_1				X
Vs30_2				X
Vs30_3				X
Vs30_4				X
Vs30_5				X
Vs30_6				X
Vs30_7				X
Vs30_8				X
Vs30_9				X
<b>TOTALE</b>	<b>3.931 m</b>	<b>1885 m</b>	<b>1.040 m</b>	<b>9</b>

TABELLA 5.11 SISMICA E GEOELETTRICA CAMPAGNA ANNO 2016-2017

ID SEZIONE	PUNTI DI RICEZIONE	INTERDISTANZA (m)	LUNGHEZZA (m)
TSD1	41	3	120
TSD3	41	3	120
TSD4	41	3	120
TSD5	41	3	120
TSD7	41	3	120
TSD8	41	4	160
TSD11	81	3.5	280
<b>TOTALE (m)</b>			<b>1040</b>

ID SEZIONE	PUNTI DI RICEZIONE	INTERDISTANZA (m)	LUNGHEZZA (m)
TSD1	24	5	115
TSD2	24	5	115
TSD2bis	72	6	426
TSD3	24	5	115
TSD4	24	5	115
TSD4bis	24	5	115
TSD5	24	5	115
TSD6	24	5	115
TSD7	24	5	115
TSD8	24	5	115
TSD9	24	5	115
TSD10	60	5	885
TSD10bis	192	5	1000
TSD10ter	48	5	235
TSD11	48	5	235
<b>TOTALE</b>			<b>3.931</b>

TABELLA 5.12. GEOMETRIA DEGLI STENDIMENTI ELETTRICI (SOPRA) E SISMICI (SOTTO) ANNO 2016 - 2017

Per la determinazione della categoria di suolo di fondazione sono state eseguite, in corrispondenza delle opere principali, n° 9 indagini sismiche tipo Masw con misura della velocità delle onde di taglio (Vs).

In tabella 5.13 sono riepilogati i punti di ricezione utilizzati negli stendimenti, la relativa interdistanza ed il valore della Vs30 (velocità media onde di taglio nei primi 30 m) misurata.

ID	PUNTI DI RICEZIONE	INTERDISTANZA (m)
VS30_1	12	2
VS30_2	12	2
VS30_3	12	2
VS30_4	24	2
VS30_5	24	2
VS30_6	24	2.5
VS30_7	24	2.5
VS30_8	24	2
VS30_9	24	2.5

INDAGINE MASW	Vs30 (m/s)	Tipologia di terreno
VS30_1	631	B
VS30_2	772	B
VS30_3	634	B
VS30_4	635	B
VS30_5	893	A
VS30_6	678	B
VS30_7	568	B
VS30_8	843	A
VS30_9	603	B

TABELLA 5.13 MASW CAMPAGNA ANNO 2016 – 2017

### 5.7 INDAGINI GEOFISICHE. MAGNETOTELLURICA.

Per indagare i tratti in galleria caratterizzati, come già anticipato, da condizioni di elevata copertura (fino a 1.000 m) e scarsa accessibilità si è fatto ricorso ad indagini geofisiche con metodo magnetotellurico, una tecnologia leggera, speditiva e quindi adeguata all’utilizzo in condizioni di alta quota ed in situazioni orografiche ed ambientali oggettivamente difficili.

Le indagini magnetotelluriche, già sperimentate con buon successo in sede di progettazione preliminare, hanno avuto lo scopo di verificare ed integrare l’inquadramento geologico stratigrafico e strutturale delle principali opere in sotterraneo dedotto dai rilievi, dalle indagini puntuali (sondaggi) e dalle prospezioni sismiche ed elettriche condotte in zona d’imbocco. Sono perciò disposte ad integrazione degli indagini disponibili e particolarmente concentrate nelle aree ove sussistono i maggiori dubbi interpretativi, e dove in particolare le condizioni della rete viaria e/o orografiche sono tali da rendere complesso l’impiego di altri metodi d’indagine.

I pregi del metodo magnetotellurico brevemente sono:

- tempi ridotti di acquisizione dei dati, grazie alla compattezza della strumentazione che non necessita di estesi stendimenti di cavi e di geofoni, garantendo rapidità di realizzazione a fronte di un difficile contesto morfologico;
- non necessita di esplosivo o altra energizzazione esterna, in quanto registra i campi elettro – magnetici naturali terrestri;
- capacità di indagare profondità fino a 2 Km con un buon dettaglio dei contatti stratigrafici e dei principali motivi strutturali;
- la sequenza stratigrafica dominante, costituita da rocce resistenti che poggiano su rocce conduttive, è particolarmente favorevole alla applicazione di questo metodo.

Il parametro ottenuto dall’elaborazione ed interpretazione dei dati è la conducibilità elettrica dei terreni, che in sede di restituzione è stata calata in un possibile modello elettro stratigrafico interpretativo.

In una prima fase sono stati eseguiti n° 8 stendimenti magnetotellurici di lunghezza variabile fra 400 m e 1.500 m (numerati da AMT1D ad AMT7D) di cui AMT6bD ed AMT7D posti in corrispondenza di una possibile variante di tracciato analizzata a seguito delle prescrizioni VIA, per complessivi 5.600 m. In corso d’opera a seguito della restituzione delle stesse magnetotelluriche, dei rilievi di campagna e delle prime risultanze dei sondaggi, è stata prevista

un’integrazione mediante le linee AMT8D-AMT12D, in buona parte disposte ortogonalmente alle precedenti, al tracciato ed ai principali allineamenti tettonici individuati.

Come riepilogato in tabella 5.14 sono state complessivamente eseguite n° 13 stese magnetotelluriche per complessivi 8.250 m circa di sviluppo.

<b>Numero indagine</b>	<b>AMT1D</b>	<b>AMT2D</b>	<b>AMT3D</b>	<b>AMT4D</b>	<b>AMT5D</b>	<b>AMT6D</b>	<b>AMT6b</b>
<b>Progressiva (m)</b>	7.700	9.100	9.750	12.200	14.600	16.300	-
<b>Ubicazione</b>	GN Cogollo	GN Cogollo	GN Cogollo	GN Pedescala	GN S Pietro	GN S Pietro	Opzione B
<b>Litotipo</b>	Calcarei, dolomia e vulcaniti	Calcarei, dolomia e vulcaniti	Calcarei, dolomia e vulcaniti	Calcarei e Dolomia	Calcarei e Dolomia	Dolomia	Dolomia
<b>Lunghezza stesa (m)</b>	1500,00	375,00	450,00	600,00	825,00	375,00	1125,00
<b>Numero indagine</b>	<b>AMT7D</b>	<b>AMT8D</b>	<b>AMT9D</b>	<b>AMT10D</b>	<b>AMT11D</b>	<b>AMT12D</b>	
<b>Progressiva (m)</b>	-	5.300	7.450	10.650	12.000	16.450	
<b>Ubicazione</b>	Opzione B	GN Cogollo	GN Cogollo	GN Cogollo	GN Pedescala	GN S Pietro	
<b>Litotipo</b>	Dolomia	Depositi di copertura, dolomia e vulcaniti	Calcarei, Dolomia e vulcaniti	Calcarei, Dolomia e vulcaniti	Dolomia e vulcaniti	Dolomia	
<b>Lunghezza stesa (m)</b>	400,00	400,00	600,00	400,00	600,00	600,00	

TABELLA 5.14 MAGNETOTELLURICA CAMPAGNA ANNO 2016-2017

Sulla galleria Cogollo gli stendimenti sono posizionati sul versante occidentale dell’Altopiano di Asiago, in particolare nella zona del Monte Cengio (tratta a maggiore copertura, oltre 1.000 m) e sul ripido versante sinistro dell’Astico fra Arsiero e Pedescala. Alcuni sondaggi geognostici ubicati in zona d’imbocco ed altri disassati rispetto al tracciato hanno permesso di meglio comprendere l’assetto strutturale dell’ammasso tarando gli stendimenti audio – magnetotellurici e riscontrando non solo la Dolomia Principale, diffusamente affiorante, ma anche le sottostanti Vulcaniti di colata.

Sulla galleria Pedemonte è stata indagata la parte centrale a maggiore copertura dell’opera; in zona adiacente sono stati eseguiti i sondaggi S10Dbis ed S11D, quest’ultimo da 80 m, che contribuiscono alla taratura dei risultati.

Sulla galleria San Pietro sono state indagate ampie parti della galleria, che si sviluppa in destra Astico su di un versante già indagato con lo stendimento magnetotellurico AMT01P di preliminare. Nella parte centrale dell’opera gli stendimenti AMT5 ed AMT 12 sono tarati da un sondaggio profondo (S14D da 160 m) spinto al di sotto dell’arco rovescio della galleria, oltre che dalle traverse sismiche a riflessione e rifrazione TSD10 – TSD10bis – TSD10ter.

## 5.8 TERRE E ROCCE DA SCAVO

In ottemperanza con le indicazioni contenute nel quadro normativo di riferimento, Decreto n.161 10 agosto 2012, a distanze regolari di circa 500 m lungo il tracciato delle opere all’aperto,

in corrispondenza di sondaggi e/o pozzetti è stato effettuato il prelievo di n° 3 campioni di terreno distribuiti secondo il seguente schema;

- 1 campione nel primo metro;
- 1 campione a fondo scavo;
- 1 campione intermedio.

Laddove il progetto prevedeva scavi di profondità molto limitata si è proceduto con il prelievo di due soli campioni.

I campioni sono stati prelevati in modo da non alterare le caratteristiche dei terreni evitando possibili contaminazioni, ed ottenendo il volume rappresentativo adottando la tecnica della quartatura. Per il confezionamento e trasporto sono stati impiegati barattoli in vetro monouso etichettati inviati al laboratorio di analisi mantenendo, durante tutta la filiera, una temperatura non superiore a 4°.

I laboratori presso cui sono state effettuate le analisi sono: RC lab di Altavilla Vicentina, Biochimie Lab srl di Calenzano (FI), Soveco di Vicenza.

Su tutti i campioni di terreno sono stati ricercati i seguenti parametri analitici (Tabella 4.1 dell’Allegato 4 Decreto 161/12):

<b>Analita</b>	<b>Metodo</b>	<b>Limite rilevabilità</b>
Umidità 105°	DM 13/09/1999 ALL II PARTE 2	0,1
Granulometria	DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 ALL II PARTE 1	0,01
Idrocarburi C > 12	ISO 16703:2004	0,1 mg/Kg s.s.
Amianto		1000 mg/kg s.s.
Arsenico	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Piombo	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Cadmio	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Cobalto	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Cromo Totale	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999	0,5 mg/Kg s.s.

	MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	
Cromo VI	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992	0,5 mg/Kg s.s.
Mercurio	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Nichel	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Rame	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/Kg s.s.
Zinco	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007	0,05

In corso d’opera a seguito di specifica richiesta del committente è stata inserita anche la determinazione di BTEX ed IPA.

La tabella seguente riepiloga le verticali geognostiche dove sono stati complessivamente prelevati n° 46 campioni ambientali.

Sondaggio o pozzetto	Campione 1 (m)	Campione 2 (m)	Campione 3 (m)	Sondaggio o pozzetto	Campione 1 (m)	Campione 2 (m)	Campione 3 (m)
<b>S0D</b>	0-1 m	Fondo scavo 10 m	Intermedio 5 m	<b>S7D</b>	33 m	Fondo scavo 44 m	Intermedio 40 m
<b>S1D</b>	0-1 m	Fondo scavo 4 m	Intermedio 2 m	<b>S10D</b>	0-1 m	Fondo scavo 10 m	Intermedio 5 m
<b>S2D</b>	0-1 m	Fondo scavo 7 m	Intermedio 3,5 m	<b>S11Dbis</b>	14 m	Fondo scavo 23 m	Intermedio 20 m
<b>S2dbis</b>	0-1 m	Fondo scavo 4 m	Intermedio 2 m	<b>S12D</b>	0-1 m	Fondo scavo 4 m	Intermedio 2 m
<b>S3D</b>	0-1 m	Fondo scavo 13 m	Intermedio 7 m	<b>S14D</b>	139 m	148 m	145 m
<b>S4D</b>	0-1 m	1-2 m		<b>S15D</b>	0-1 m	Fondo scavo 10 m	Intermedio 5 m
<b>PZD3</b>	0-1 m	1-2 m		<b>PZD5</b>	0-1 m	2-3 m	1-2 m
<b>PZ4D</b>	0-1 m	1-2 m	3 m	<b>PZD6</b>	0-1 m	2-3 m	1-2 m

TABELLA 5.15 CAMPIONAMENTI AMBIENTALI CAMPAGNA ANNO 2016-2017

## **STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE INDAGINI**

# STRALCIO UBICAZIONE INDAGINI

## LEGENDA

### INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### **PROGETTO DEFINITIVO 1° LOTTO FUNZIONALE-2016**

**TSD2**  
(115)



STENDIMENTO DI SISMICA A RIFRAZIONE con indicazione della relativa orientazione e lunghezza (TS10D e TS10bis sono anche a riflessione)

**RG09**



RILIEVO GEOSTRUTTURALE

**S1D**  
L=25



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO A TUBO APERTO (S10D ed S17DBIS sono privi di piezometro)

**TSD3\***  
(120)



STENDIMENTO DI SISMICA A RIFRAZIONE E TOMOGRAFIA ELETTRICA con indicazione della relativa orientazione e lunghezza

**AMT01D**  
(400)



STENDIMENTO DI AUDIO-MAGNETOTELLURICA con indicazione della relativa lunghezza

**Vs30-1**



PROVA MASW PER DETERMINAZIONE DELLA Vs30

**PZD1**



POZZETTO ESPLORATIVO CON PROVE DI CARICO SU PIASTRA

#### **PROGETTO PRELIMINARE TRACCIATO T4-2011**

**Tr03p**  
(230)



STENDIMENTO DI SISMICA A RIFRAZIONE con indicazione della relativa lunghezza

**SG9**



RILIEVO GEOSTRUTTURALE

**AMT01P**  
(500)



STENDIMENTO DI AUDIO-MAGNETOTELLURICA con indicazione della relativa lunghezza

#### **PROGETTO DEFINITIVO RACCORDO TRA CASELLO DI PIOVENE ROCCHETTE E SP350 LOC. SCHIRI-2005**

**SD2P**



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO  
I tubi SD3P ed SD4P sono attrezzati con piezometro a tubo aperto

**L = 20m**

#### **PROGETTO DEFINITIVO TRACCIATO A1-1995**

**S4 EXCPT3**



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO IN DETRITO  
Il tubo EXCPT2 è attrezzato con piezometro a tubo aperto

**L = 15m**

**S10bis**



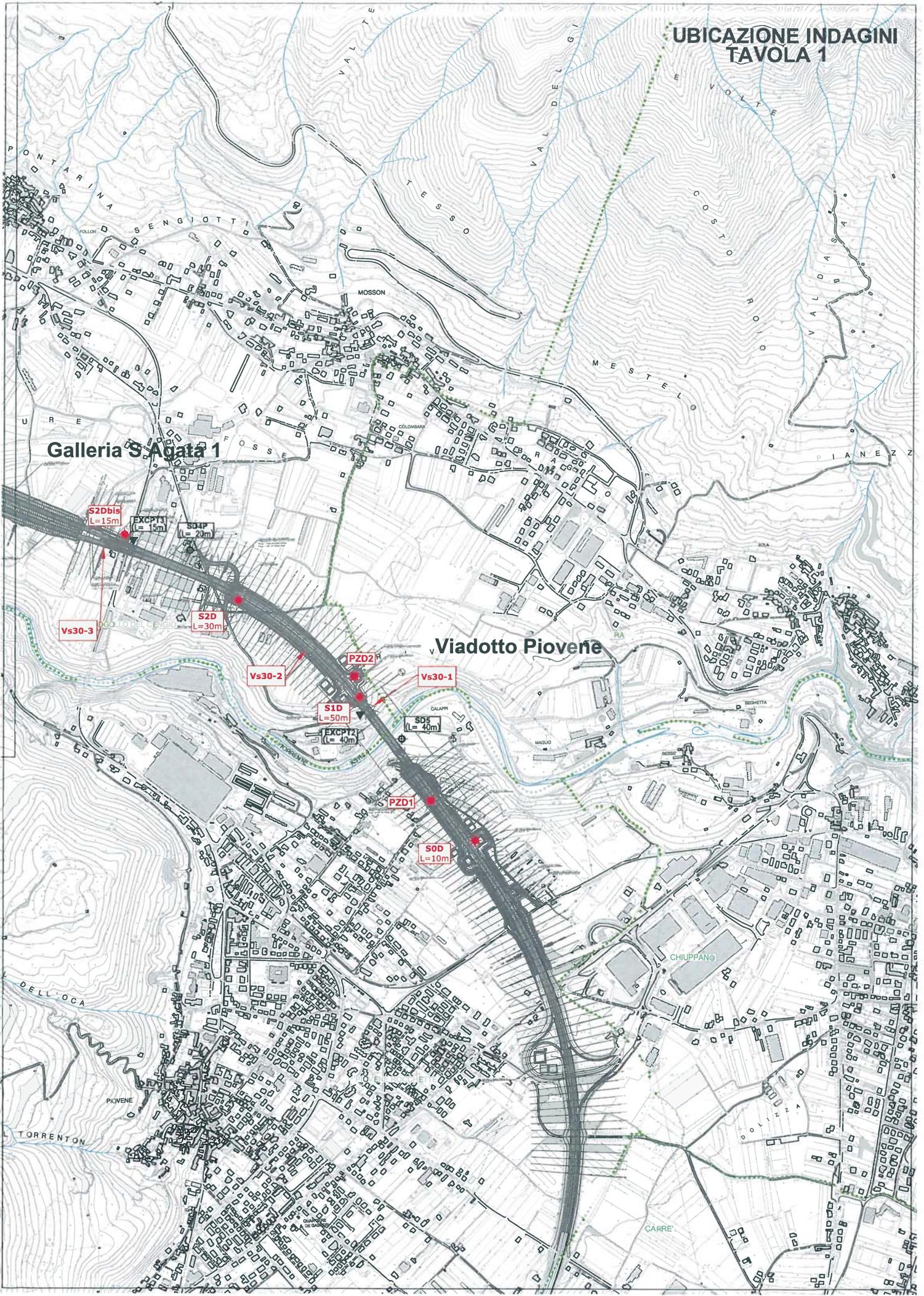
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO IN DETRITO E ROCCIA

**1**



RILIEVO GEOSTRUTTURALE

UBICAZIONE INDAGINI  
TAVOLA 1



Galleria S. Agata 1

Viadotto Piovene

S2Dbis  
L=15m

EXCP13  
L=15m

S04P  
L=20m

Vs30-3

S2D  
L=30m

Vs30-2

S1D  
L=50m

EXCP12  
L=40m

S05  
L=40m

Vs30-1

PZD2

PZD1

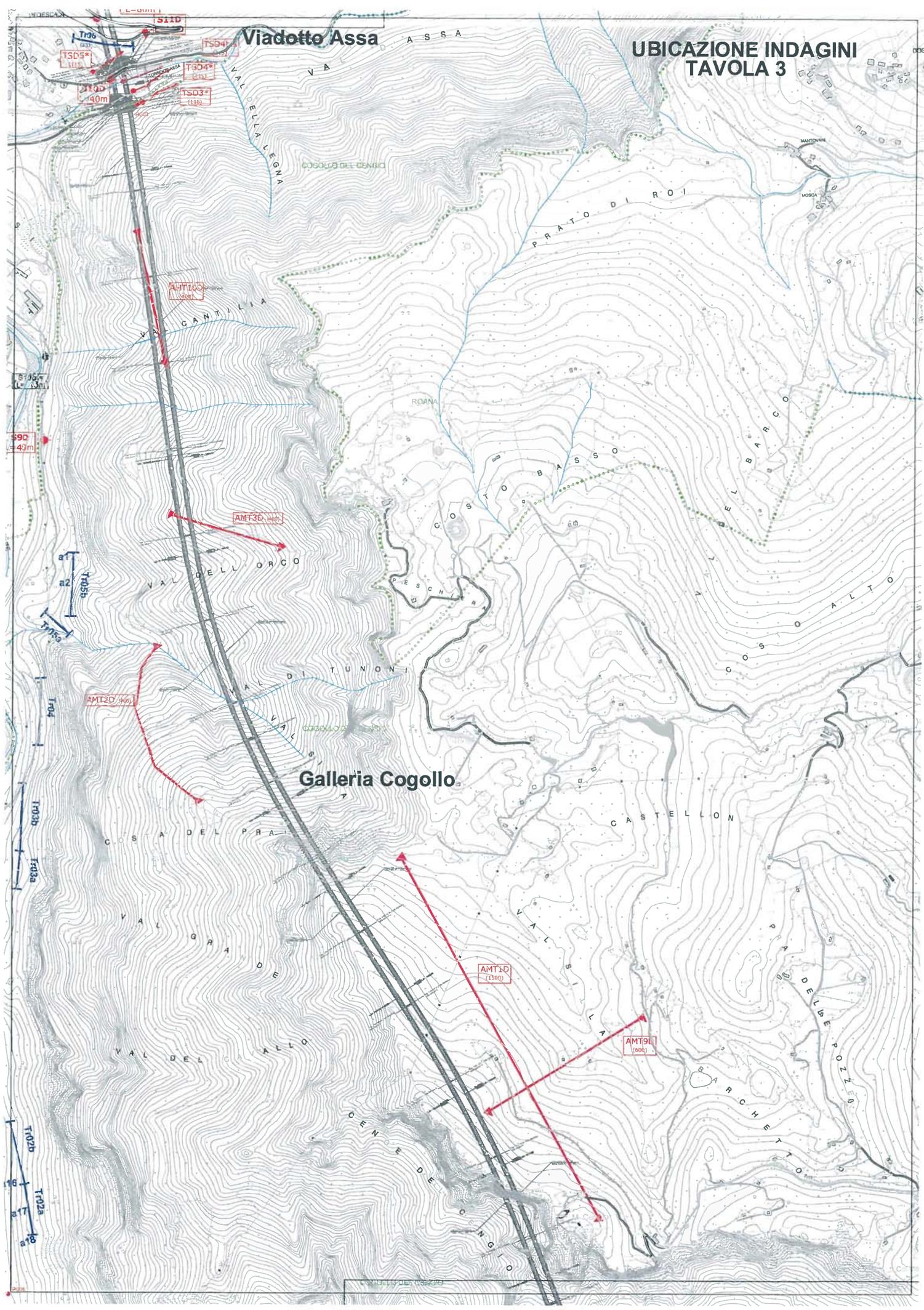
S0D  
L=10m



# UBICAZIONE INDAGINI TAVOLA 3

## Viadotto Assa

## Galleria Cogollo





# UBICAZIONE INDAGINI TAVOLA 5

