

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J14H20000970001

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est

GEOTECNICA

Relazione geotecnica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I T 1 Q 0 0 D 2 6 G E O C 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	Soil Eng.	Settembre 2022	G. Nitti <small>Gruppo Nord</small>	Settembre 2022	S. Lo Presti <i>S. Lo Presti</i>	Settembre 2022	A. Perego 

File: IT1Q00D26GEOC0000001A.docx

n. Elab.

INDICE

1	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2	PREMESSA	4
3	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	5
4	RIFERIMENTI	6
4.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
5	INQUADRAMENTO GENERALE GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	6
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
5.2	CONDIZIONI SISMICHE DI PROGETTO	6
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE	9
6.1	PIAZZALE SSE BORGO VALSUGANA AL KM 103+260 (OPERA 05.01)	9
6.2	SOVRAPPASSO E SIFONE AL KM 117+362 LEVICO (OPERA 03.01 E OPERA IN.02)	10
6.3	SSE CALDONAZZO – FABBRICATO AL KM 120+361 (OPERA 05.02).....	10
6.4	SCIVOLO LEGNAMI AL KM 134+610 (OPERA IV.02)	11
6.5	PONTE AD ARCHI AL KM 134+842	11
6.6	MURO ESISTENTE AL KM 135+633 (TRAVE A SUPPORTO LINEA TE)	12
6.7	SOVRAPPASSO IN FRAZIONE POVO AL KM 138+728 (OPERA IV.03)	12
6.8	ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO IN APPROCCIO ALLA GALLERIA S.ROCCO DAL KM 141+213 AL KM 141+646 (OPERA TR.02).....	13
6.9	ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO DAL KM 142+932 AL KM 43+331.1 (OPERA TR.01) E TOMBINO AL KM 142+890 (OPERA IN.01)	13
6.10	VIADOTTO GOCCIADORO DAL KM 143+597 AL KM 144+359.....	13
7	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TRACCIATO E IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE CIVILI MAGGIORI	14
7.1	PREMESSA.....	14
7.2	STRATIGRAFIE LOCALI DELLE OPERE CIVILI MAGGIORI	17

7.2.1 Piazzale SSE Borgo Valsugana – Progressiva km 103+260	17
7.2.2 Sovrappasso Levico e sifone Progressiva km 117+362	25
7.2.3 SSE Caldonazzo – Fabbricato - Progressiva km 120+361	30
7.2.4 Scivolo legnami al km 134+610; Ponte ad archi al km 134+610; Trave di supporto linea al km 135+633.....	35
7.2.5 Sovrappasso in frazione Povo - Progressiva km 138+728	37
7.2.6 Abbassamento piano ferro in approccio a galleria S.Rocco - Progressiva da km 141+213 a km 141+646.....	43
7.2.7 Abbassamento del piano ferro - Progressiva da km 142+932 a km 143+331.1 e tombino a km 142+890.....	51
8 CONSIDERAZIONI RIGUARDO LA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.....	56
ALLEGATO 1: INQUADRAMENTI PLANIMETRICI.....	61
INQUADRAMENTO N°1 – PIAZZALE SSE BORGIO VALSUGANA AL KM 103+260	61
INQUADRAMENTO N°2 – SOVRAPPASSO E SIFONE AL KM 117+362 LEVICO	62
INQUADRAMENTO N°3 – SSE CALDONAZZO – FABBRICATO AL KM 120+361	63
INQUADRAMENTO N°4 – SCIVOLO LEGNAMI AL KM 134+610.....	64
INQUADRAMENTO N°5 – SOVRAPPASSO IN FRAZIONE POVO AL KM 138+728	65
INQUADRAMENTO N°6 – ABBASSAMENTO PIANO FERRO - DA KM 141+213 A KM 141+646	66
INQUADRAMENTO N°7 – ABBASSAMENTO DEL PIANO FERRO - DA KM 142+932 A KM 143+331.1	67

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del documento è la caratterizzazione geotecnica dei terreni lungo il tracciato della linea Trento Bassano del Grappa, lotto funzionale 1, tra le progressive km 103+260 e km 144+359, nell'ambito dei lavori finalizzati all'elettrificazione della linea.

La relazione tratta nel dettaglio i seguenti argomenti:

- caratterizzazione geotecnica dei terreni superficiali di sedime ferroviario incontrati lungo il tracciato e caratterizzazione di dettaglio dei terreni di interesse nell'ambito delle opere civili maggiori, con definizione della relativa stratigrafia di calcolo;
- richiamo alla classificazione sismica locale dei terreni nell'ambito delle principali opere civili in progetto;
- descrizione sommaria delle opere civili e del relativo sistema di fondazione;
- criteri generali per il progetto di pali di fondazione.

2 PREMESSA

I dati geognostici disponibili comprendono svariati sondaggi e prove geofisiche, posizionati lungo il tracciato.

Le stratigrafie di calcolo individuate per le diverse opere civili principali sono state desunte sulla base dei dati più consistenti disponibili, che in alcuni casi si riferiscono ad indagini localizzate in prossimità delle opere, mentre in altri casi si riferiscono a prove e sondaggi situati ad una certa distanza.

Sulla base della natura ed importanza delle opere di fondazione in progetto delle singole opere civili, si segnala la necessità di indagini integrative localizzate per l'utilizzo nella successiva fase di progetto esecutivo.

3 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il tracciato dell'opera sulla quale si operano gli interventi oggetto della presente relazione si sviluppa su una estensione di circa 41 km.

Le principali opere civili previste sono di seguito elencate, ordinate per progressiva chilometrica crescente:

- Piazzale della SSE Borgo Valsugana al km 103+260 (opera 05.01)
- Sovrappasso e sifone al km 117+362 Levico (opera 03.01 e opera IN.02)
- SSE Caldonazzo – Fabbricato al km 120+361 (opera 05.02)
- Scivolo legnami al km 134+610 (opera IV.02)
- Ponte ad archi al km 134+842 (limitatamente al fissaggio della TE alle opere strutturali esistenti)
- Muro esistente al km 135+633 (trave a supporto linea TE)
- Sovrappasso in frazione Povo al km 138+728 (opera IV.03)
- Abbassamento del piano del ferro in approccio alla galleria S.Rocco dal km 141+213 al km 141+646 (opera TR.02)
- Abbassamento del piano del ferro al km 142+932 (opera TR.01) e tombino al km 142+890 (opera IN.01)
- Viadotto Gocciadoro dal km 143+597 al km 144+359 (limitatamente al fissaggio della TE alle opere strutturali esistenti).

4 RIFERIMENTI

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 17 Gennaio 2018. “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” (G.U. n. 42 del 20 Febbraio 2018).
- [2] Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.” (Suppl. Ordinario alla G.U. n. 35 del 11 Febbraio 2019).

4.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [3] Doc. IT1Q00D69RGGE0001001 “Elettrificazione Trento Bassano del Grappa – Primo lotto funzionale Trento-Borgo Valsugana Est – Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica”
- [4] AGI - Associazione Geotecnica Italiana - “Raccomandazioni sui pali di fondazione”, 1984
- [5] AGI-AICAP – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce - Raccomandazioni”, 2012

5 INQUADRAMENTO GENERALE GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per l’inquadramento geologico si rimanda agli specifici elaborati progettuali (rif. [3]).

5.2 CONDIZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Le condizioni sismiche del sito sono discusse in dettaglio nella relazione di rif.[3], alla quale si rimanda per approfondimenti.

L’azione sismica è calcolata in accordo a quanto riportato ai paragrafi §2.4 e §3.2 delle NTC-2018 (Rif. [1]).

Si considera l'opera in esame di Tipo 2 "Costruzioni con livelli di prestazione ordinari"; in accordo quindi a quanto riportato nella Tab. 2.4.I delle NTC-2018; risulta un valore della Vita nominale, V_N , pari a:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

L'opera ricade nella Classe d'uso II. Il valore del coefficiente d'uso, C_U , è quindi ricavato dalla Tab. 2.4.II (di Rif. [1]):

$$C_U = 1.0$$

Il periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica viene calcolato come indicato al §2.4.3 di Rif. [1], mediante l'equazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.0 = 50 \text{ anni}$$

In Tabella 5.2 si riportano i periodi di ritorno, T_R , calcolati per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , secondo l'equazione [3.2.0] delle NTC-2018.

V_N	Classe d'uso	C_U	V_R
(anni)	(-)	(-)	(anni)
50	II	1	50

Tabella 5.1 – Vita nominale, V_N , e periodo di riferimento, V_R

Stati limite	P_{VR}	T_R
(-)	(%)	(anni)
SLO	81	30
SLD	63	50
SLV	10	475
SLC	5	975

Tabella 5.2 – Periodi di ritorno T_R

Nel presente documento è presentata la classificazione sismica locale dei siti in cui si collocano le diverse opere civili principali previste dal progetto, che si trova riassunta nella tabella seguente.

N°.	Opera	Progressiva	Sondaggio	Caratt. Sismica locale
1	Piazzale SSE Borgo Valsugana	103+260	TN7 a 30 m	Tipo B
2	Sovrappasso Levico; Sifone	117+362	Sondaggio PD4 a 20 m e MASW1 a 10 m	Tipo C
3	Fabbricato SSE Caldonazzo	120+361	TN6 a 60 m da opera e MASW2 a 0 m	Tipo B
4	Scivolo legnami, trave supporto presso muro, ponte ad archi	da 134+610 a 135+633	Rilievi geomeccanici	Tipo A
5	Sovrappasso Povo	138+728	Sondaggio PD3 e Downhole DH1 a 250 m circa e	Tipo E
6	Ribassamento piano ferro in approccio galleria	da 141+213 a 141+646	Sond. PD1 a 80-480 m da intervento	Tipo E
7	Abbassamento piano del ferro; Tombino	142+900	Sondaggio ID 2736_S1 a 80 m	Tipo E
8	Viadotto Gocciadoro	da 143+597 a 144+359	Sondaggi ID3170 e ID4110	Tipo E

Tabella 5.3 – Classificazione sismica locale di riferimento

La classificazione sismica locale è stata definita in tutti i casi facendo riferimento, per ciascun sito di interesse, ai dati geognostici più consistenti, cioè nei sondaggi e nelle prove geofisiche più prossime alla zona di intervento.

La prova più vicina (sondaggio o prova geofisica) è stata sempre considerata prevalente, indipendentemente dalla sua tipologia.

Nel caso delle opere 6, 7 e 8, la scelta della categoria sismica E è frutto di una assunzione cautelativa, in quanto in condizioni stratigrafiche non completamente note (per la distanza dei sondaggi e delle prove o per la non completezza dei dati in profondità) è quella che conduce, tra le possibili alternative, all'azione sismica maggiore. In tutti questi casi il bedrock appare in effetti non distante dal piano campagna o perché incontrato nel sondaggio (opere 6 e 7) o perché visibile in affioramento (in corrispondenza della spalla d'attacco del viadotto Gocciadoro, laddove i sondaggi, spinti

non oltre i 14.5-18 m di profondità, incontrano solo materiali sciolti, prevalentemente ghiaiosi, di caratteristiche mediamente addensate).

Per le accelerazioni sismiche e la categoria sismica locale da considerare per gli interventi minori lungo la tratta, si rimanda alla relazione sismica (Rif. 1]).

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Lungo l'intero tracciato sono previste le opere necessarie all'elettrificazione della linea, progettate secondo tipologie realizzative che comprendono:

- per la TE: basamenti a sbalzo, fissaggio su muri esistenti, fissaggio su roccia;
- muri di sostegno e cordoli porta barriere.

Per queste opere minori, che interagiscono e sono fondate su terreni superficiali, la presente relazione fornisce alcune indicazioni circa le caratteristiche attribuibili ai terreni nei primi 2 m da p.c.

Di seguito sono elencate e descritte sommariamente invece le principali opere civili previste, che si collocano in zone specifiche del tracciato e per le quali la presente relazione elabora una caratterizzazione geotecnica di dettaglio basata sui sondaggi più prossimi.

Lo studio è operato in modo da caratterizzare il volume di terreno significativo coinvolto da ciascuna opera.

6.1 PIAZZALE SSE BORGO VALSUGANA AL KM 103+260 (OPERA 05.01)

Per tale opera è prevista la realizzazione di un fabbricato consegna MT e del fabbricato SSE, con conseguente sistema di evacuazione e adeguamento del piazzale.

6.2 SOVRAPPASSO E SIFONE AL KM 117+362 LEVICO (OPERA 03.01 E OPERA IN.02)

Per tale opera è prevista:

- la demolizione del ponte ad arco esistente;
- la realizzazione di un nuovo sovrappasso ciclo-pedonale (ponte monocampata in semplice appoggio sulle sottostrutture che si compone di una coppia di travi metalliche in acciaio a doppio T).

I dati disponibili sono prossimi all'opera e spinti a 30 m di profondità (sondaggio PD4 e MASW1).



Figura 6.1 – Sovrappasso via Levico – opera da demolire

6.3 SSE CALDONAZZO – FABBRICATO AL KM 120+361 (OPERA 05.02)

Per tale opera è prevista la realizzazione di un edificio e di una vasca di dispersione.

6.4 SCIVOLO LEGNAMI AL KM 134+610 (OPERA IV.02)

Per tale opera è prevista

- La demolizione del manufatto esistente ;
- struttura di sostegno in sostituzione del manufatto esistente (parete chiodata)
- una nuova struttura leggera per la ricostruzione in “replica” dello scivolo legnami.



Figura 6.2 – Scivolo legname – opera da demolire

L'area è caratterizzata da roccia poco profonda e localmente affiorante, le cui condizioni sono state definite sulla base di rilievi geomeccanici.

6.5 PONTE AD ARCHI AL KM 134+842

E' previsto l'ancoraggio di struttura metallica per la TE sul manufatto esistente e non è richiesta una caratterizzazione geotecnica dei terreni se non ai fini della classificazione sismica locale.

L'area è caratterizzata da roccia poco profonda e localmente affiorante.

6.6 MURO ESISTENTE AL KM 135+633 (TRAVE A SUPPORTO LINEA TE)

Può prevedersi la realizzazione di una trave di supporto della linea TE, con fondazione diretta o su chiodature (l'area è caratterizzata da roccia affiorante).

6.7 SOVRAPPASSO IN FRAZIONE POVO AL KM 138+728 (OPERA IV.03)

Per tale opera si prevede :

- la demolizione del sovrappasso esistente ;
- la costruzione di un nuovo manufatto, con spalle fondate su pali di piccolo diametro.



Figura 6.3 – Sovrappasso Povo – opera da demolire

La stratigrafia è stata definita sulla base del sondaggio PD3, posto a distanza notevole dall'opera (250 m).

I sondaggi in zona e la morfologia locale fanno tuttavia supporre di poter confermare la presenza di roccia a bassa profondità (5-6 m). I materiali sciolti appaiono come nella generalità dell'area, a comportamento granulare e piuttosto addensati.

6.8 ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO IN APPROCCIO ALLA GALLERIA S.ROCCO DAL KM 141+213 AL KM 141+646 (OPERA TR.02)

L'opera prevede un limitato abbassamento del piano del ferro in ingresso alla galleria.

Non ci sono interferenze col livello di falda, individuato a circa 10 m dal p.c..

6.9 ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO DAL KM 142+932 AL KM 143+331.1 (OPERA TR.01) E TOMBINO AL KM 142+890 (OPERA IN.01)

Abbassamento del piano ferro operato in una tratta in trincea a pendenza elevata, prevedendo un abbassamento massimo di circa 90 cm al km 143+220 con:

- scavi localizzati per realizzazione plinti di Fondazione della TE;
- scavo per abbassamento livelletta ferroviaria.

Non ci sono interferenze col livello di falda, assunto a 5 m dal p.c..

6.10 VIADOTTO GOCCIADORO DAL KM 143+597 AL KM 144+359

E' previsto l'ancoraggio di struttura metallica per la TE sul manufatto esistente e non è richiesta una caratterizzazione geotecnica dei terreni se non ai fini della classificazione sismica locale, discussa nel capitolo 5.

7 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TRACCIATO E IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE CIVILI MAGGIORI

7.1 PREMESSA

Il presente capitolo si occupa di caratterizzare i terreni che si incontrano lungo il tracciato della tratta da elettrificare. In generale le opere presentano una rilevanza modesta dal punto di vista dell'interazione con i terreni, in quanto i lavori di elettrificazione comportano sistemazioni lungo il tracciato che comprendono il fissaggio su strutture e muri esistenti o la fondazione a sbalzo, coinvolgendo uno spessore di terreno non superiore a 1-2 m dal p.c., terreni che fanno inoltre parte dell'attuale sedime ferroviario o sono in immediata adiacenza ad esso.

In un tratto estremamente esteso (41 km) le condizioni che vengono ad incontrarsi sono necessariamente eterogenee; i sondaggi disponibili lungo il tracciato presentano tuttavia una netta prevalenza di coperture di materiali ghiaiosi e sabbiosi fino alla profondità di alcuni metri. I livelli con contenuti limosi si trovano in genere più in profondità, e presentano comunque in genere discrete caratteristiche di addensamento e comportamento corrispondente a una bassa o nulla plasticità.

Per i piani di posa delle opere minori possono quindi indicarsi parametri di caratterizzazione discreti:

- γ = peso di volume totale ≈ 19 kN/m³;
- $\phi' = 30-33^\circ$ = angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 0$ = coesione efficace;
- $E = 25-35$ MPa = modulo di Young

prevedendo per eventuali casi particolari l'asportazione e bonifica delle eventuali inclusioni inidonee alla posa.

Per le opere civili di maggiore rilevanza, il cui elenco e descrizione sommaria sono riportati nel capitolo 6, è stata invece definita una caratterizzazione più approfondita, basata sui dati desumibili dai sondaggi più vicini. Per ciascuna di queste viene definita una successione stratigrafica con i relativi parametri geotecnici, riferibili alla posizione del sondaggio di riferimento, che viene pure citato. Le informazioni devono essere calate sulla morfologia locale, per ricavare le opportune sezioni geotecniche in cui inserire le fondazioni delle opere in progetto.

I parametri geotecnici sono stati determinati tramite elaborazione delle prove dinamiche standard, effettuate in modo esteso in tutte le campagne di indagine. Per i terreni di natura granulare, sono stati determinati la densità relativa D_r , l'angolo di attrito efficace ϕ e il modulo di Young E tramite le seguenti formule di correlazione:

Bazaraa, A.R.S.S. (1969): "Penetration Testing" – from A.A. Balkema (1982) ESOPT II, Amsterdam, pagg. 47-50.

$$D_r (\%) = \left[0.2236 \cdot \sqrt{\frac{N_{SPT}}{a + (b \cdot \sigma')}} \right] \cdot 100$$

dove:

N_{SPT} = numero di colpi / 30 cm;

σ' = pressione verticale efficace esistente in sito (kg/cm²);

a, b = parametri dipendenti dalla pressione verticale efficace.

a = 1 ; b = 0.2 quando $\sigma' \leq 1.5$ (kg/cm²);

a = 3.25 ; b = 0.05 quando $\sigma' > 1.5$ (kg/cm²).

Shioi, Y. and Fukuni, J. (1982): “Application of N-Value to Design of Foundation in Japan” – from A.A. Balkema (1982) – “Penetration Testing” ESOPT II, Amsterdam.

$$\phi (^{\circ}) = 0.3 \cdot N_{SPT} + 27 \quad \text{se } 0.3 \cdot N_{SPT} + 27 \leq 46$$

$$\phi = 46^{\circ} \quad \text{se } 0.3 \cdot N_{SPT} + 27 > 46$$

dove:

N_{SPT} = numero di colpi / 30 cm.

Denver, H. (1982): “Modulus of Elasticity for Sand Determined by SPT and CPT” – from A.A. Balkema (1982) – “Penetration Testing” – ESOPT II, Amsterdam.

$$E(MPa) = 7 * (N_{SPT})^{0.5}$$

dove:

N_{SPT} = numero di colpi / 30 cm.

Per i terreni con caratteristiche prevalentemente coesive, la coesione non drenata c_u e il modulo di deformazione edometrico M sono stati determinati mediante le seguenti correlazioni.

Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1967): “Soil Mechanics in Engineering Practice”, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, p. 729.

$$c_u (kPa) = (0.067 \cdot N_{SPT}) \cdot p_a$$

dove:

N_{SPT} = numero di colpi / 30 cm

p_a = pressione atmosferica (100 kPa).

Stroud, M.A., Butler, F.G. (1975): “The Standard Penetration Test and the Engineering Properties of Glacial Materials”, Conf. on Engineering Behaviour of Glacial Materials, University of Birmingham, U.K..

$$M (MPa) = \frac{m}{1000} \cdot N_{SPT}$$

dove:

per terreni di media plasticità: $m = 450 \text{ kN/m}^2$;

per terreni con $IP < 20$: $m = 600 \text{ kN/m}^2$;

N_{SPT} = numero di colpi / 30 cm.

La falda è pure definita, localmente, sulla base delle informazioni più prossime disponibili (tratte dal sondaggio più vicino). Le informazioni relative alla falda lungo il tracciato non sono numerose, in quanto la sua presenza è dettagliata solo nelle più recenti campagne geognostiche delle fasi progettuali di Fattibilità Tecnica e Progettazione Definitiva.

Tali informazioni mostrano lungo il tracciato la presenza episodica di falda anche a bassa profondità (1-1.5 m, nel sondaggio PD1, alla progressiva km 141+433), ma mostrano più frequentemente la falda a profondità di non meno di 7-15 m dal p.c. (tale è la situazione per tutte le stratigrafie di calcolo relative alle principali opere civili). Nel caso in cui informazioni sulla falda non risultassero disponibili, si è optato per considerare la falda a circa 5 m dal p.c. oppure in corrispondenza del tetto della roccia, quando prossimo alla superficie.

7.2 STRATIGRAFIE LOCALI DELLE OPERE CIVILI MAGGIORI

7.2.1 Piazzale SSE Borgo Valsugana – Progressiva km 103+260

La stratigrafia e la caratterizzazione dei terreni per l’opera in esame è stata definita sulla base del sondaggio TN7, posizionato a circa 30 m dal sito (si veda l’inquadramento planimetrico n°1, in Allegato 1).

La caratterizzazione è basata sulle informazioni provenienti dalle prove in situ (in particolare le prove penetrometriche dinamiche standard N_{SPT}) e dalle prove di laboratorio disponibili (su campioni rimaneggiati).

I terreni presentano caratteristiche di bassissima plasticità, con comportamento che tenderà ad essere in tutti i livelli prevalentemente granulare. Il livello 4 è stato caratterizzato come coesivo, sulla base dell'osservazione allo scavo, ma anch'esso presenta caratteristiche al limite del comportamento granulare, con bassa plasticità e con consistenza, coesione e rigidità elevate.

Nelle figure da 7.1 a 7.3 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young al variare della profondità, per i terreni a caratteristiche granulari, mentre nelle figure 7.4 e 7.5 sono mostrate le elaborazioni relative alle coesioni non drenate e ai moduli edometrici per i livelli identificati come coesivi.

In figura 7.6 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

SHIOI & FUKUNI $\phi (^{\circ}) = 0,3 * N_{spt} + 27$

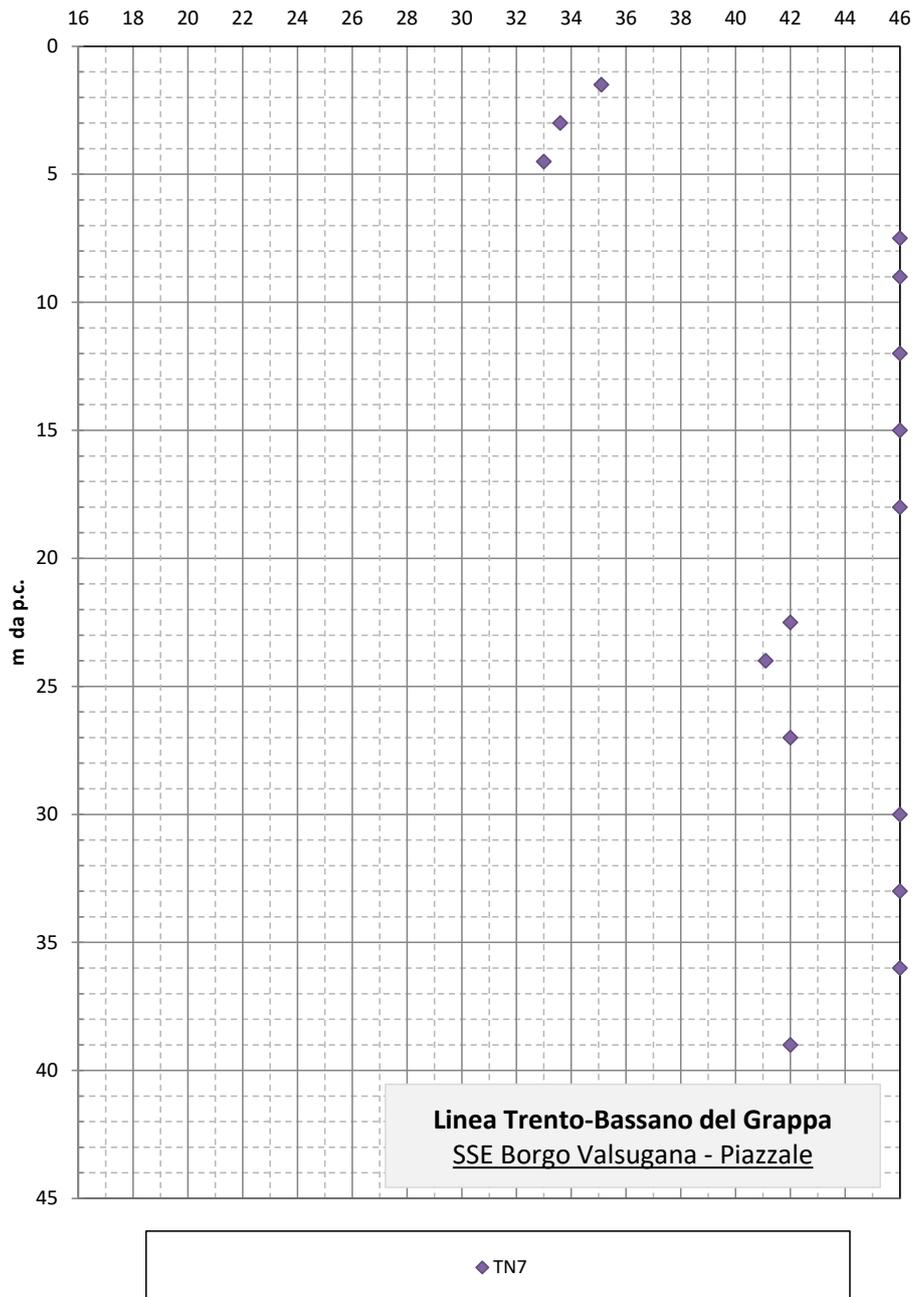


Figura 7.1 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{\text{spt}} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}] \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

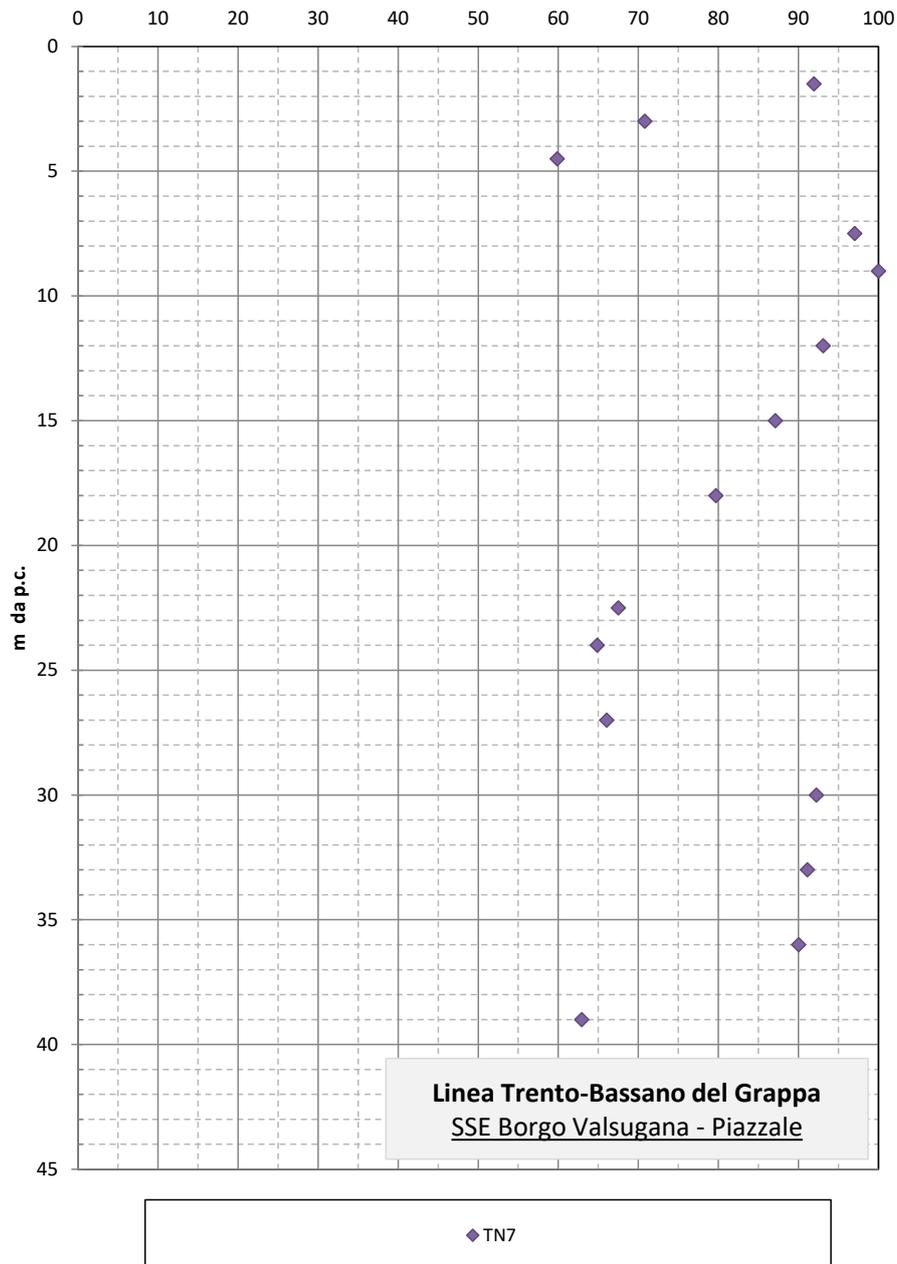


Figura 7.2 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 * N_{\text{spt}}^{0.5}$$

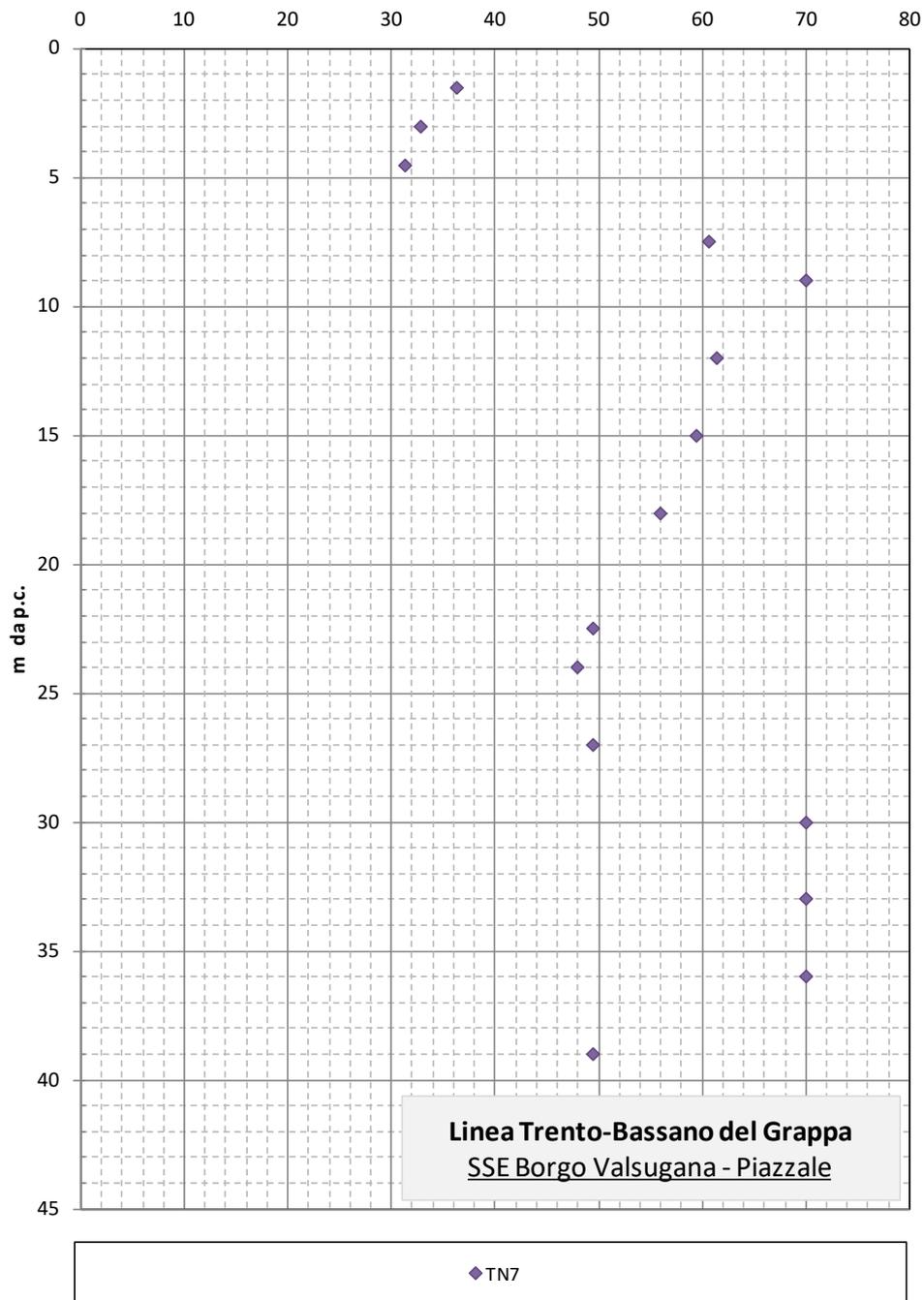


Figura 7.3 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

COESIONE NON DRENATA da SPT

TERZAGHI & PECK C_u (kPa) = $(0.067 * N_{spt}) Pa$
Pa = 100 kPa

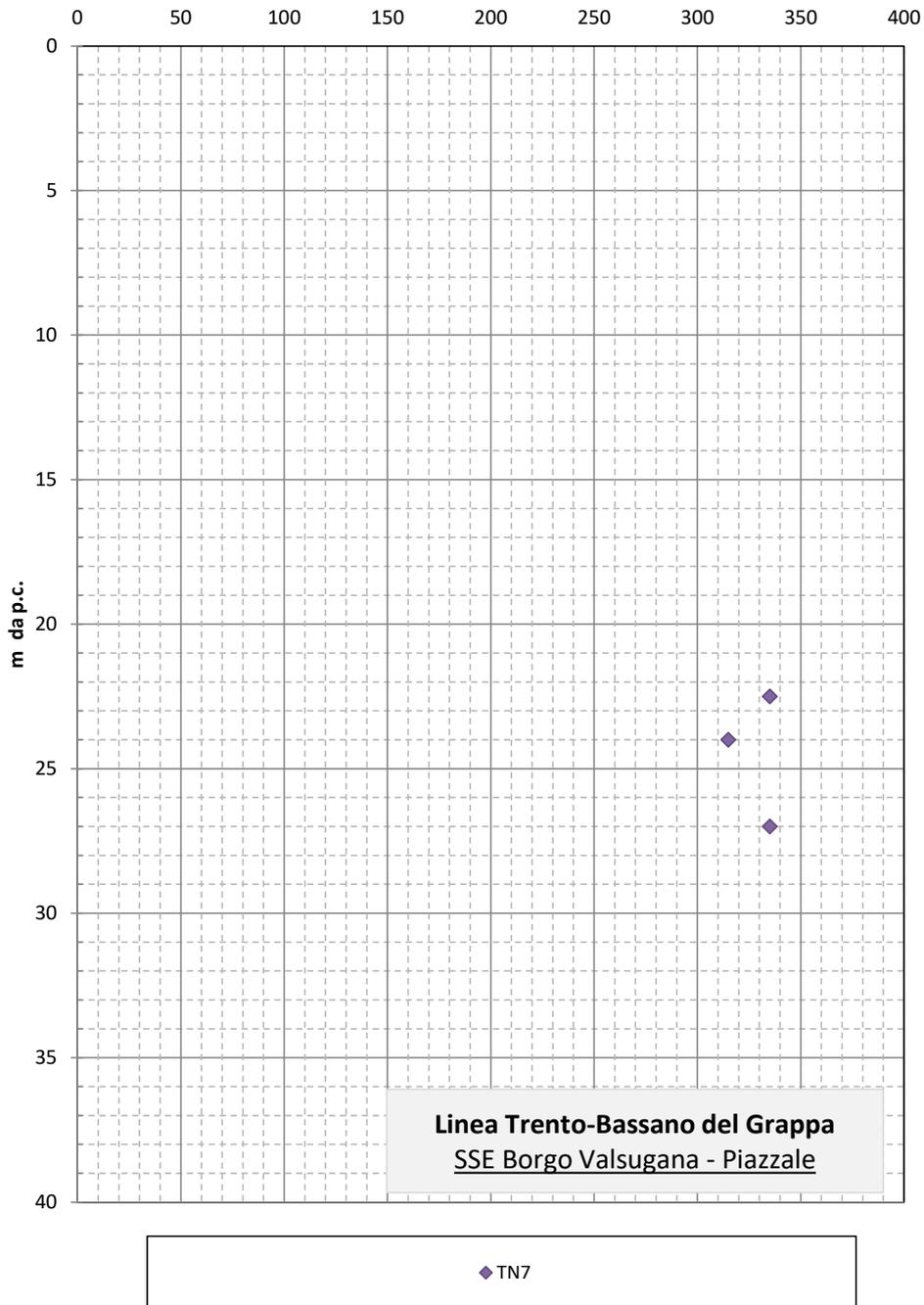


Figura 7.4 – Coesione non drenata elaborata da N_{SPT}

MODULO DI COMPRESSIONE da SPT

STROUD & BUTLERM (MPa) = $(450 \cdot N_{SPT}) / 1000$

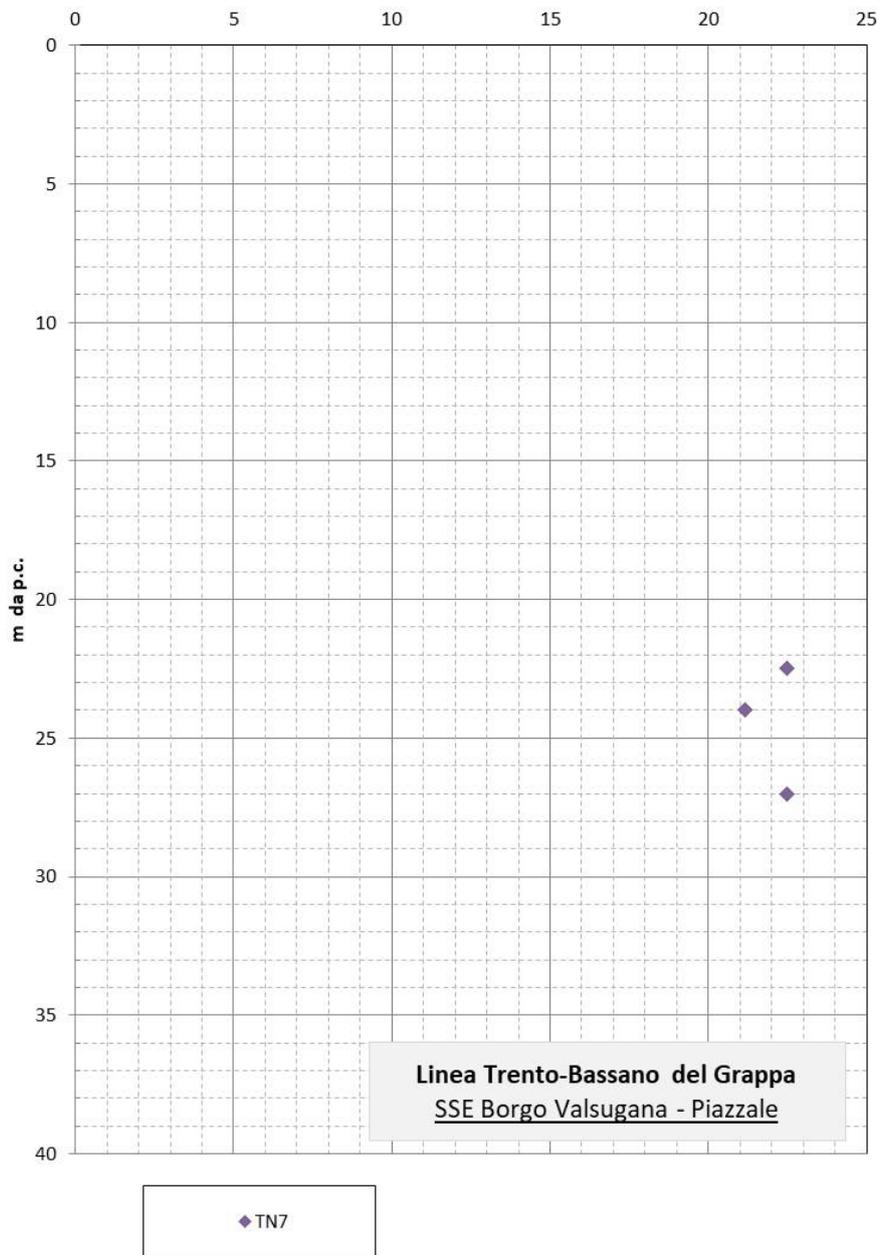


Figura 7.5 – Modulo edometrico elaborato da N_{SPT}

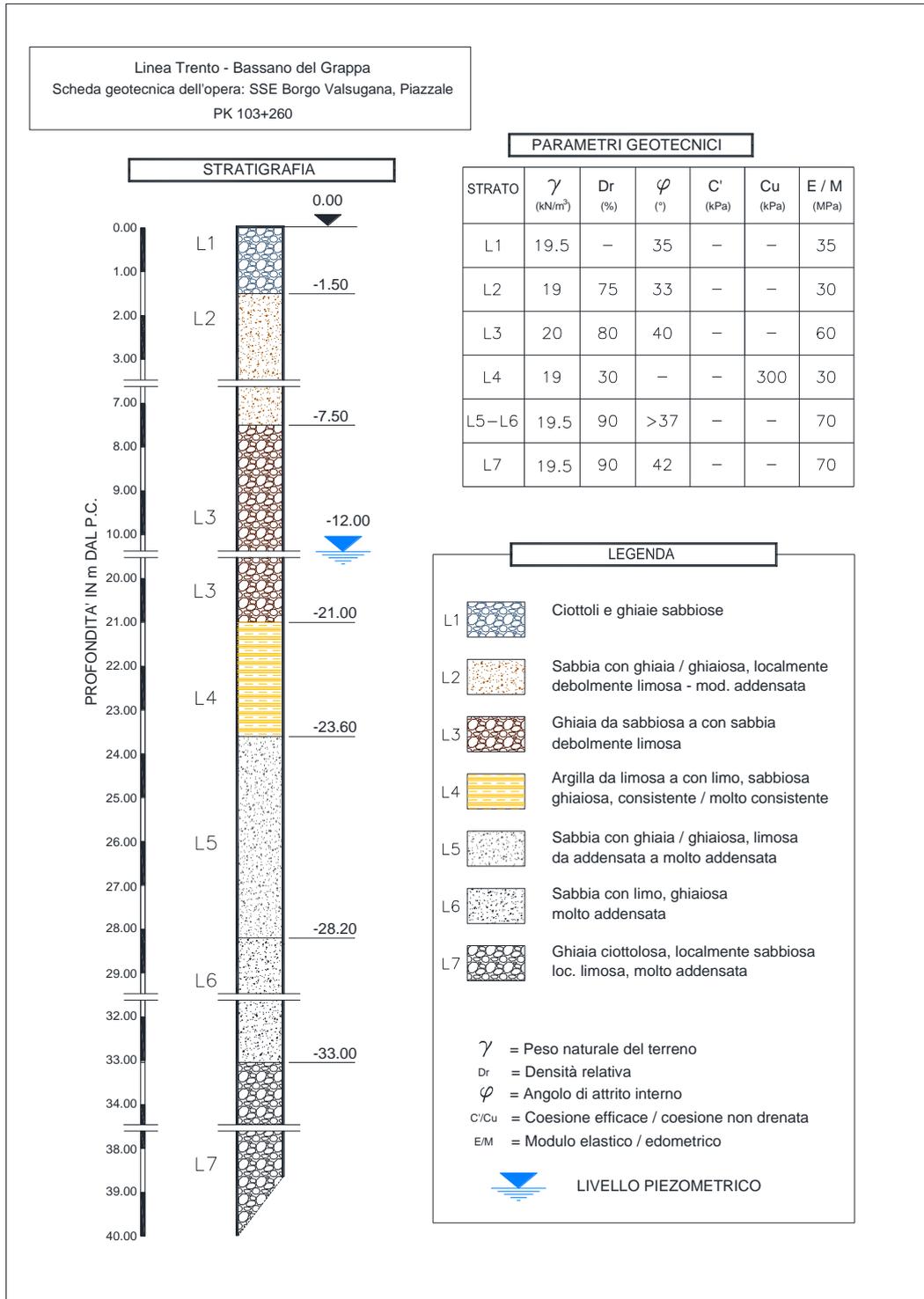


Figura 7.6 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

7.2.2 Sovrappasso Levico e sifone Progressiva km 117+362

La stratigrafia e la caratterizzazione dei terreni per l'opera in esame è stata definita sulla base del sondaggio PD4, posizionato a circa 20 m dall'opera (si veda l'inquadramento planimetrico n°2, in Allegato 1).

La caratterizzazione è basata sulle informazioni provenienti dalle prove in situ (in particolare le prove penetrometriche dinamiche standard N_{SPT}) e dalle prove di laboratorio disponibili (su campioni rimaneggiati e indisturbati).

I terreni presentano caratteristiche di bassissima o nulla plasticità, con comportamento in tutti i livelli, anche quelli con contenuti limosi, prevalentemente granulare.

Nelle figure da 7.7 a 7.9 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young al variare della profondità.

In figura 7.10 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

SHIOI & FUKUNI $\phi (^{\circ}) = 0,3 \cdot N_{spt} + 27$

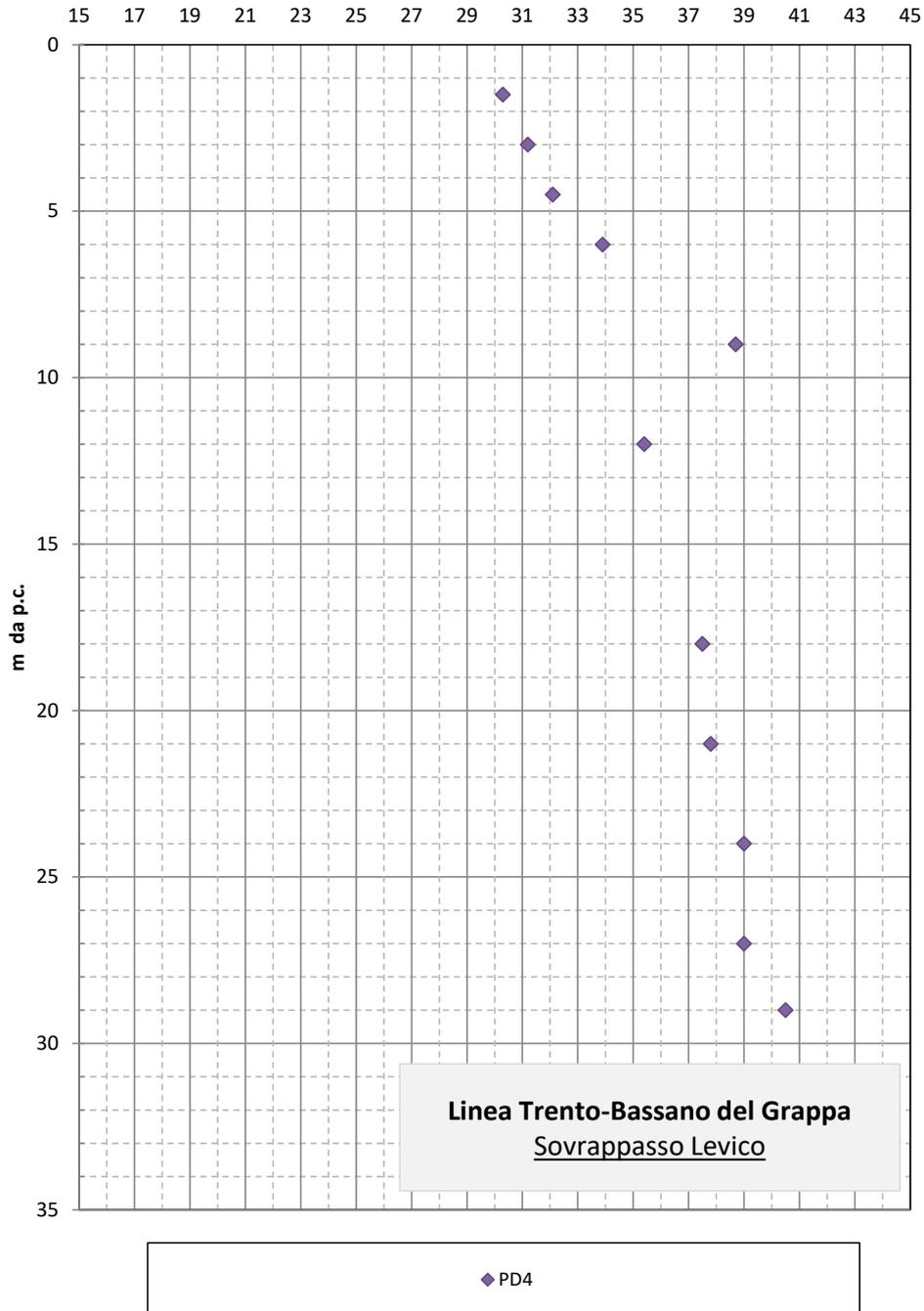


Figura 7.7 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{\text{spt}} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}] \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

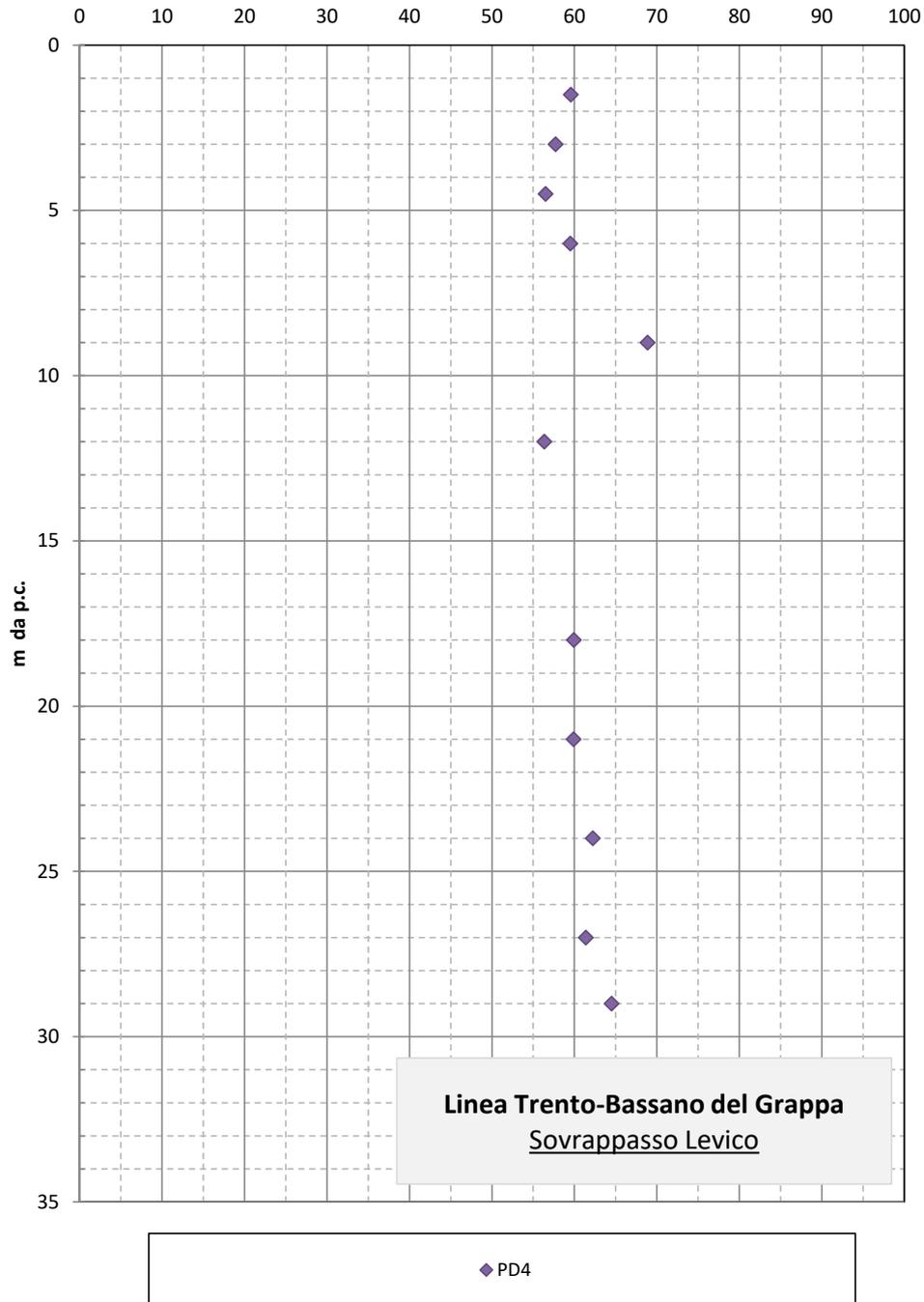


Figura 7.8 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 \cdot N_{\text{spt}}^{0.5}$$

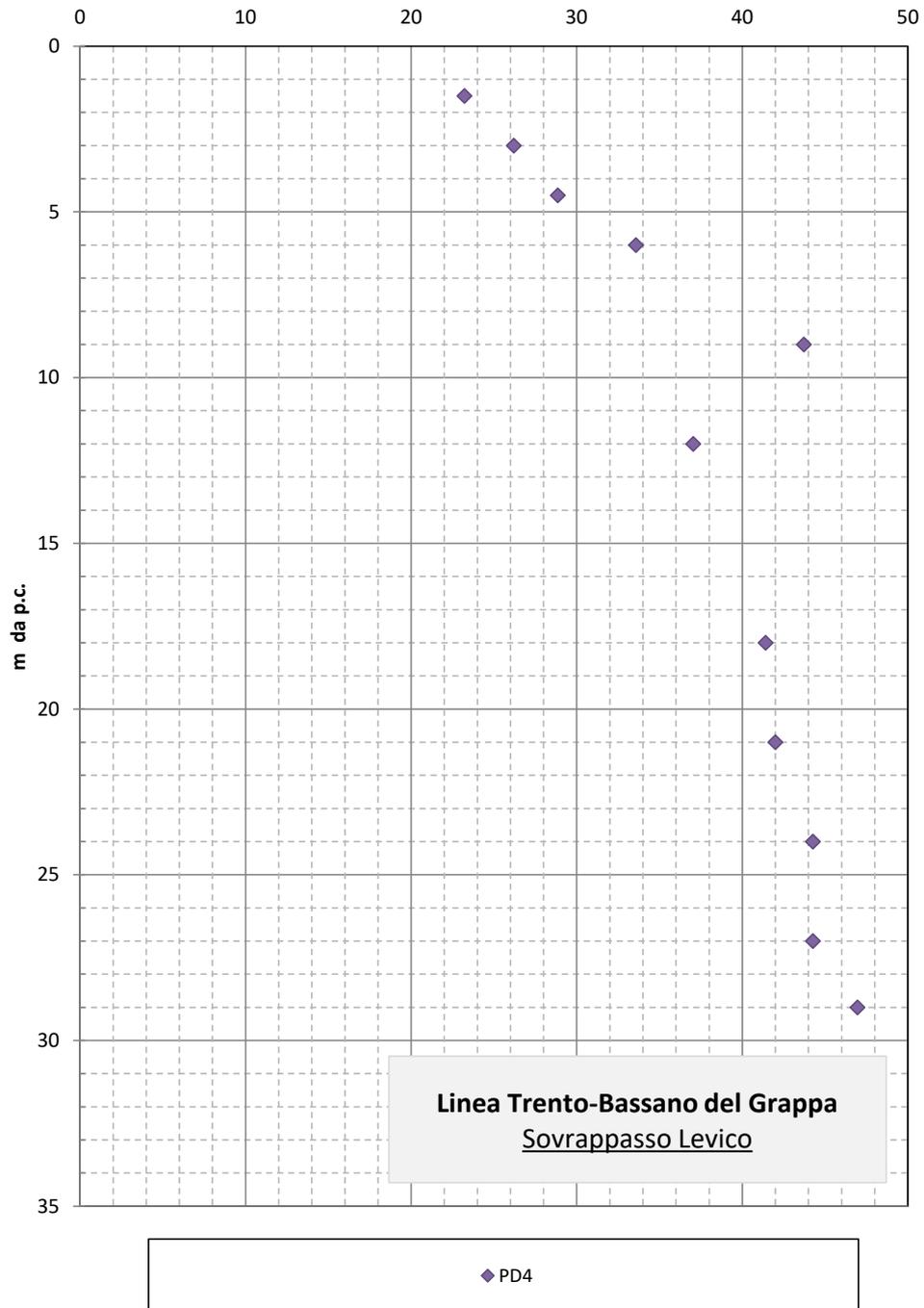


Figura 7.9 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

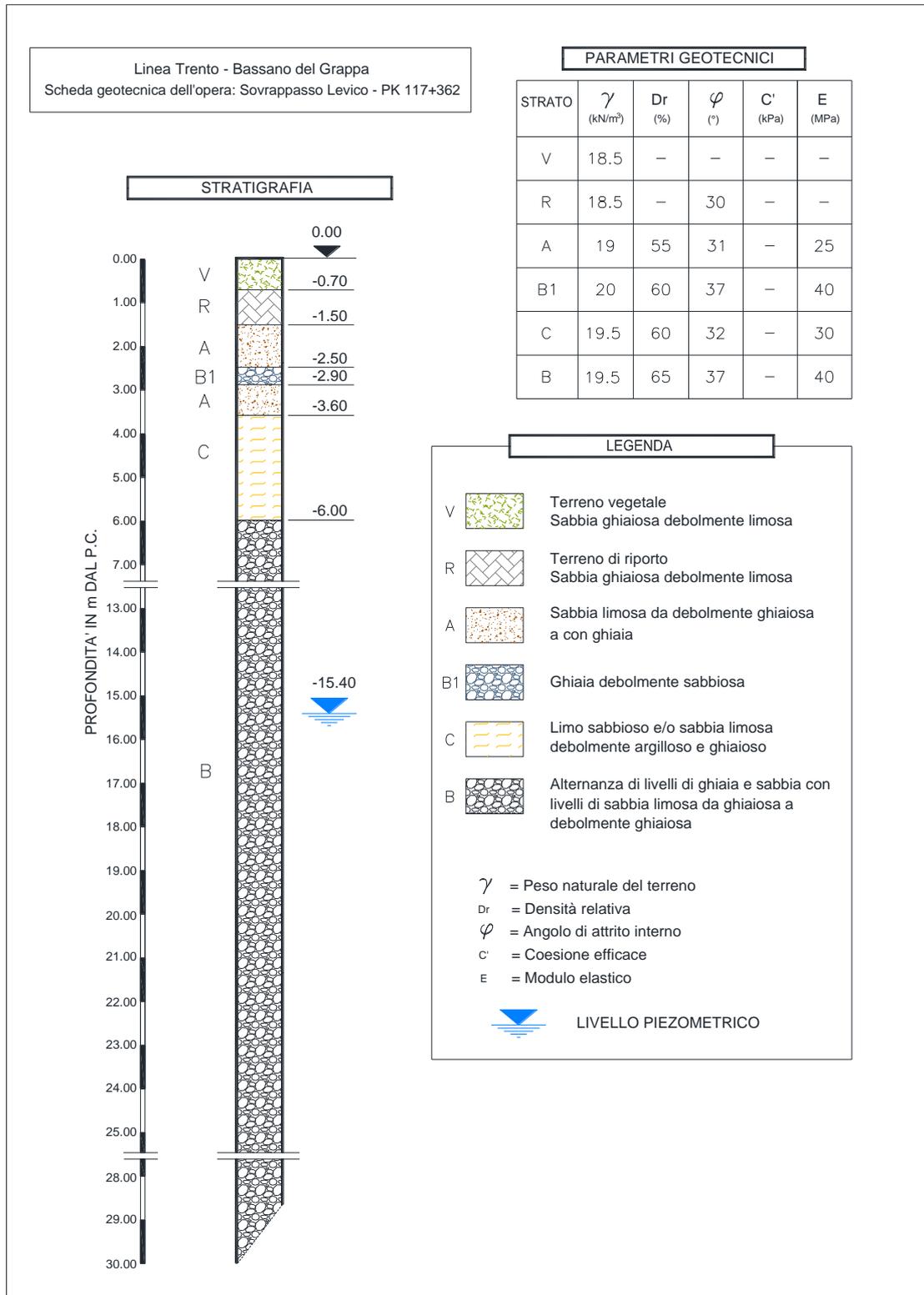


Figura 7.10 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

	Elettificazione Trento-Bassano del Grappa LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	RELAZIONE GEOTECNICA	COMMESSA IT1Q	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

7.2.3 SSE Caldonazzo – Fabbricato - Progressiva km 120+361

La stratigrafia e la caratterizzazione dei terreni per l'opera in esame sono state definite sulla base del sondaggio TN6, posizionato a circa 60 m dall'opera (si veda l'inquadramento planimetrico n°3, in Allegato 1).

La caratterizzazione è basata sulle informazioni provenienti dalle prove in situ (in particolare le prove penetrometriche dinamiche standard N_{SPT}) e dalle prove di laboratorio disponibili (su campioni rimaneggiati).

I terreni presentano caratteristiche non plastiche, con comportamento in tutti i livelli prevalentemente granulare.

Nelle figure da 7.11 a 7.13 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young al variare della profondità.

In figura 7.14 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

SHIOI & FUKUNI $\phi (^{\circ}) = 0,3 \cdot N_{spt} + 27$

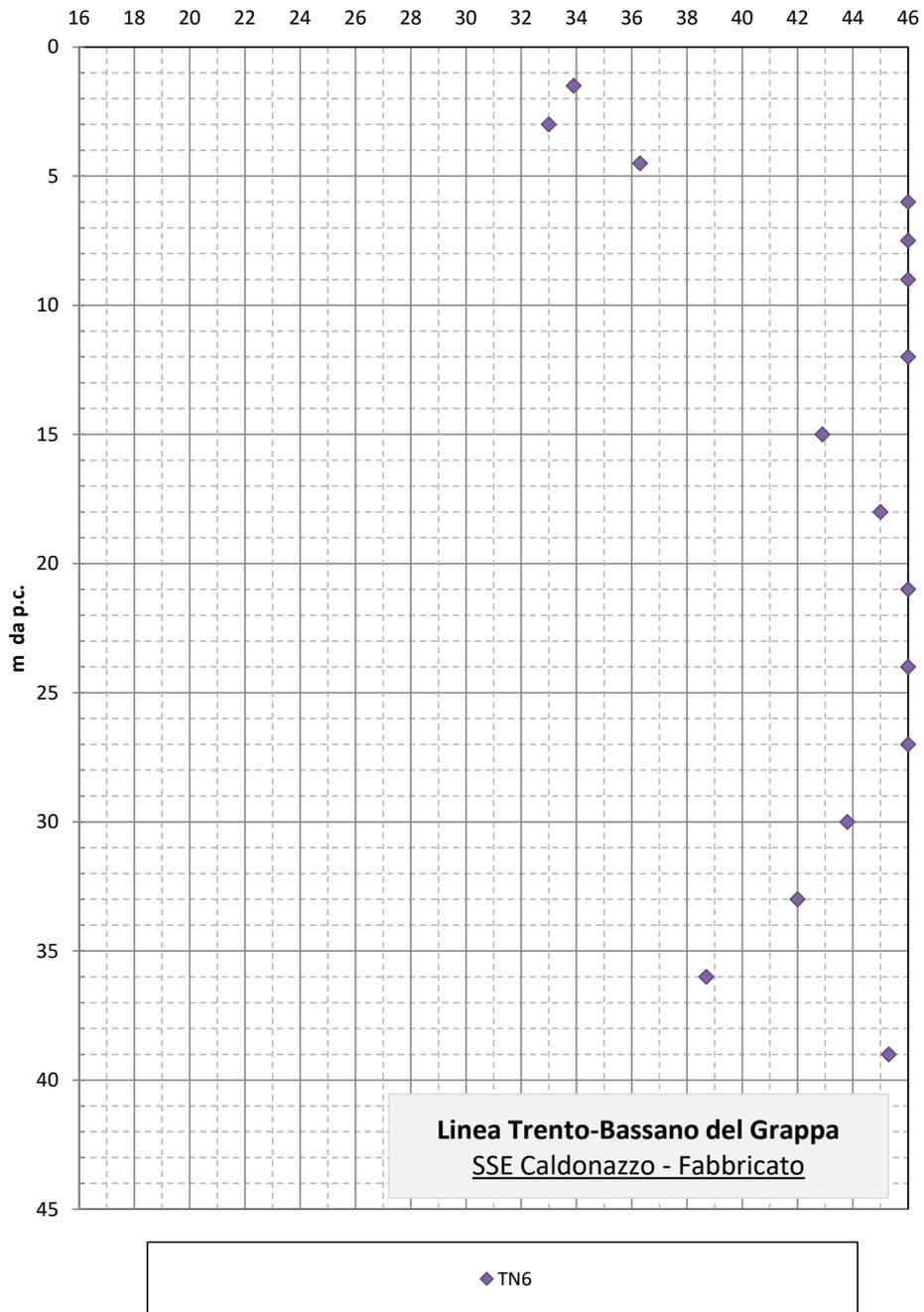


Figura 7.11 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{\text{spt}} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}]^{0.5} \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

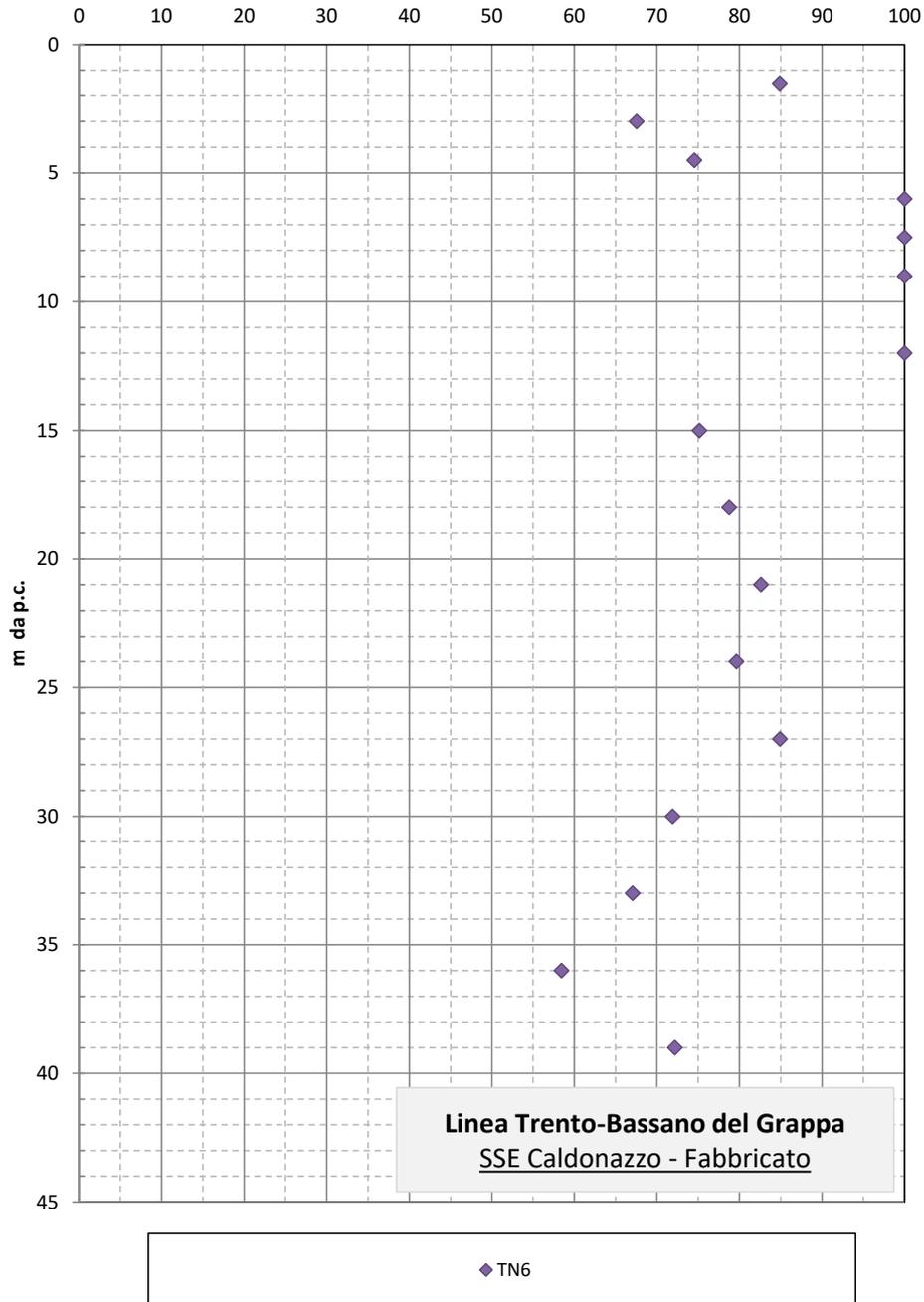


Figura 7.12 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 \cdot N_{\text{spt}}^{0.5}$$

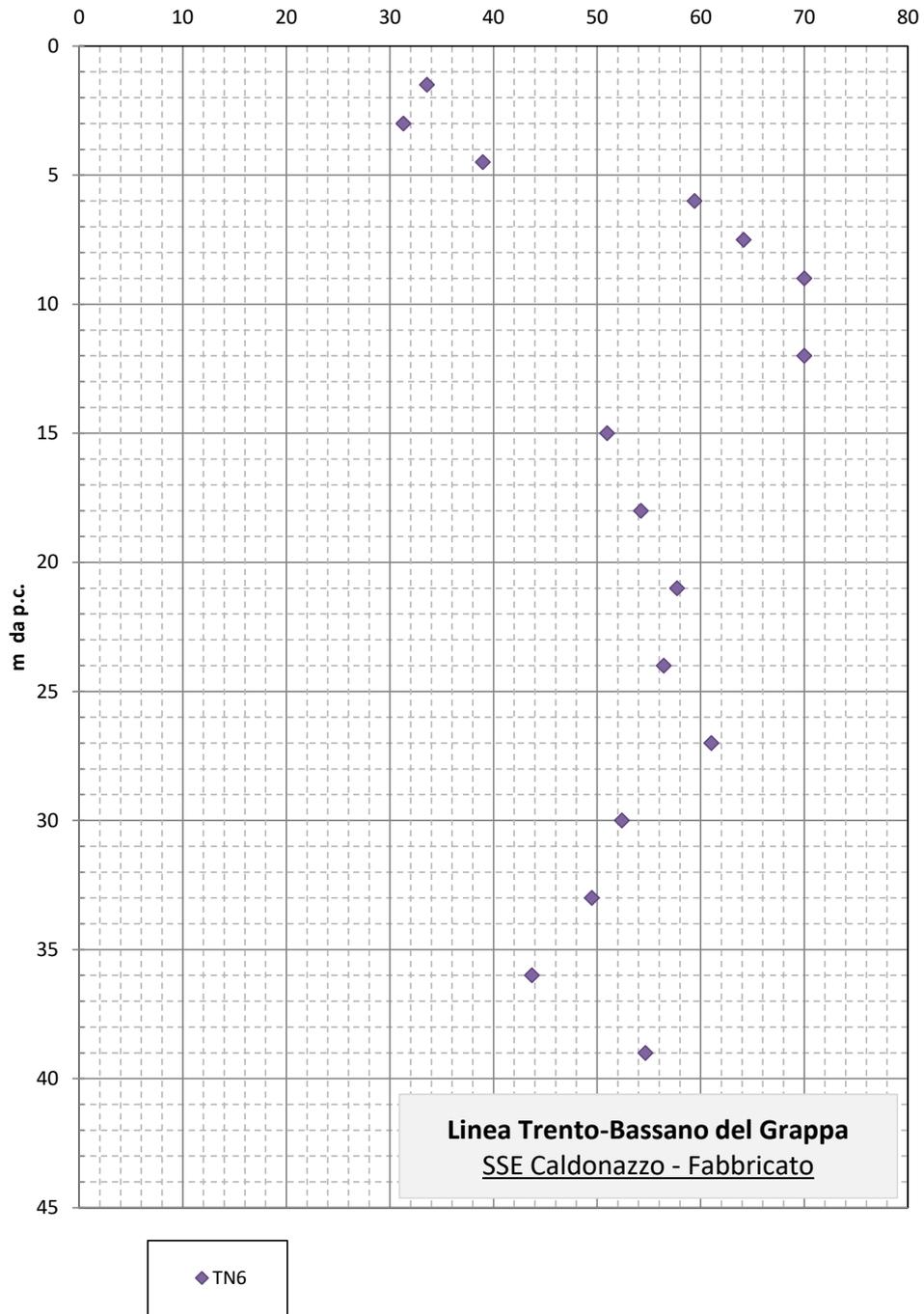


Figura 7.13 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

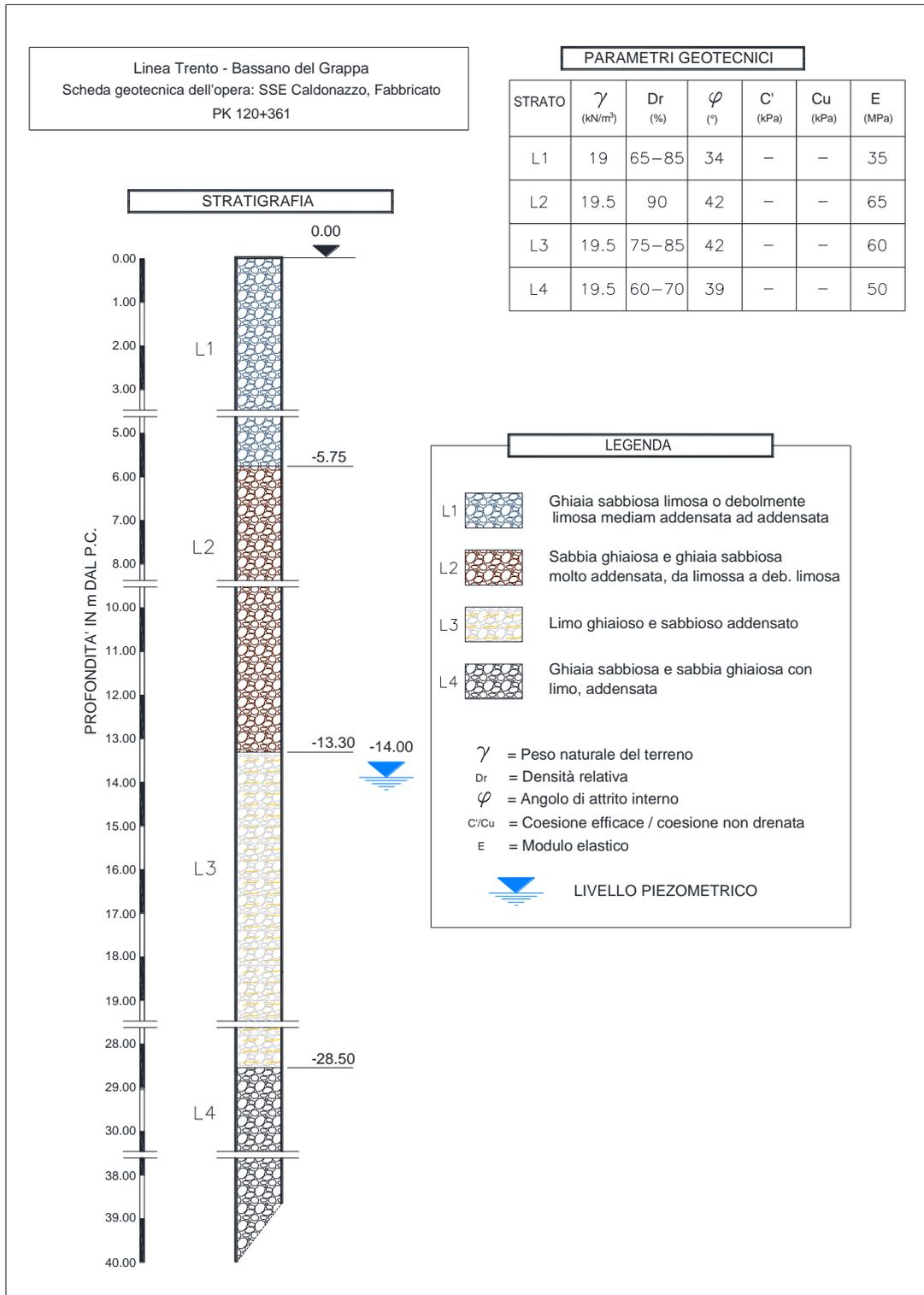


Figura 7.14 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

7.2.4 Scivolo legnami al km 134+610; Ponte ad archi al km 134+610; Trave di supporto linea al km 135+633

Le opere si collocano all'interno della tratta che vede la presenza di roccia a bassa profondità o in affioramento. La caratterizzazione è stata fatta direttamente da studio geomeccanico in sito, i cui dettagli sono descritti nella relazione geologica (non sono presenti sondaggi, come si vede nell'inquadrimento planimetrico n°4, in Allegato 1).

La stratigrafia tipica può essere descritta come data da una coltre eluviale, di spessore circa 1 m, seguita dal cappellaccio, di spessore compreso tra 1 e 2 m e dalla roccia calcarea micritica), di buone caratteristiche, con Geological Strength Index GSI tra 60 e 80.

La resistenza della roccia σ_c , definita con martello sclerometrico, risulta compresa tra 33 e 46 MPa.

Il peso di volume può assumersi pari a 26 kN/m³.

I parametri attribuibili alla roccia possono essere definiti in accordo alla teoria proposta da Hoek e Brown mediante il programma RocLab a partire da dati medi di GSI e σ_c e considerando un coefficiente di Hoek e Brown $m_i = 8$ dipendente dalla litologia ed un fattore di disturbo $D=0$. Il programma definisce i parametri di resistenza secondo Hoek e Brown e successivamente, sulla base dello stato di sforzo (modesto, per terreni in superficie) i corrispondenti parametri di resistenza secondo il criterio di Mohr-Coulomb, nonché una stima della rigidezza dell'ammasso in condizioni di sito, di seguito riportati:

- $\phi' = 58^\circ$ = angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 300$ = coesione efficace;
- $E = 11.9$ GPa = modulo di Young

Si tratta di valori molto alti, dipendenti dallo stato di fratturazione locale dell'ammasso. I valori di progetto assunti per la roccia e per gli altri livelli sono richiamati in figura 7.15, assunti sulla base di un GSI opportunamente ridotto.

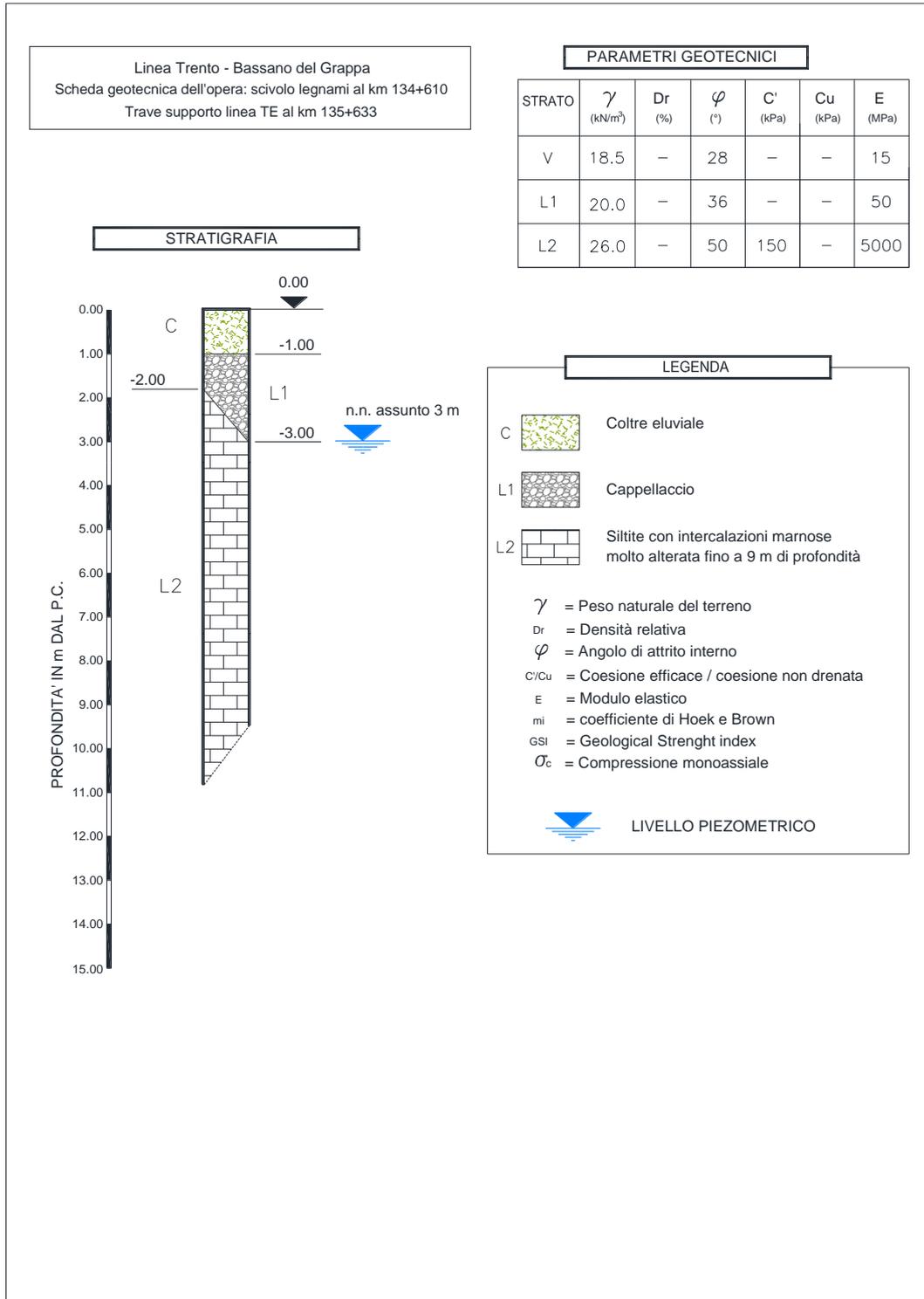


Figura 7.15 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

7.2.5 Sovrappasso in frazione Povo - Progressiva km 138+728

La stratigrafia e la caratterizzazione dei terreni per l'opera in esame sono state definite sulla base del sondaggio più prossimo PD3 (si veda l'inquadramento planimetrico n°5, in Allegato 1).

Entrambe le stratigrafie di sondaggio, nonché la morfologia locale, indicano la presenza di roccia a profondità non elevata (5-6 m), seppure appartenente a litologie diverse (lave, nel sondaggio vicino, e siltite nel sondaggio più lontano). La posizione della transizione tra le due formazioni lungo il tracciato non è nota.

La roccia si presenta, nei diversi sondaggi, di buone caratteristiche (RQD elevato); la resistenza è definita tramite le prove di laboratorio (schiacciamento o point load test). Parametri di resistenza secondo Mohr-Coulomb sono stati definiti a partire dalla teoria di Hoek e Brown (riducendo cautelativamente il GSI stimato), facendo riferimento allo stato di sforzo in sito presente nei primi m superiori della roccia (6-8 m di profondità) ottenendo i parametri qui sotto definiti per le due formazioni.

Lava (sondaggio PD3):

- γ = peso di volume totale ≈ 24.5 kN/m³;
- RQD = 72-100
- σ_c = 41 MPa
- GSI = 69
- m_i = 20
- GSI_{calc} = 49
- $\phi' = 67^\circ$ = angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 215$ kPa = coesione efficace;
- $E = 4.7$ GPa = modulo di Young

Siltite (sondaggio ID3904):

- γ = peso di volume totale $\approx 24.5 \text{ kN/m}^3$;
- RQD = 68-100
- $\sigma_c = 7.5 \text{ MPa}$
- GSI = 63
- $m_i = 7$
- $\text{GSI}_{\text{calc}} = 43$
- $\phi' = 49^\circ =$ angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 56 \text{ kPa} =$ coesione efficace;
- $E = 0.55 \text{ GPa} =$ modulo di Young

I materiali sciolti appaiono come nella generalità dell'area, a comportamento granulare e piuttosto addensati. Nelle figure da 7.16 a 7.18 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young nei materiali sciolti, al variare della profondità.

In figura 7.19 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti. Alla roccia sono attribuiti i parametri della siltite, in quanto maggiormente cautelativi.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

$$\text{SHIOI \& FUKUNI } \phi (^{\circ}) = 0,3 \cdot N_{\text{spt}} + 27$$

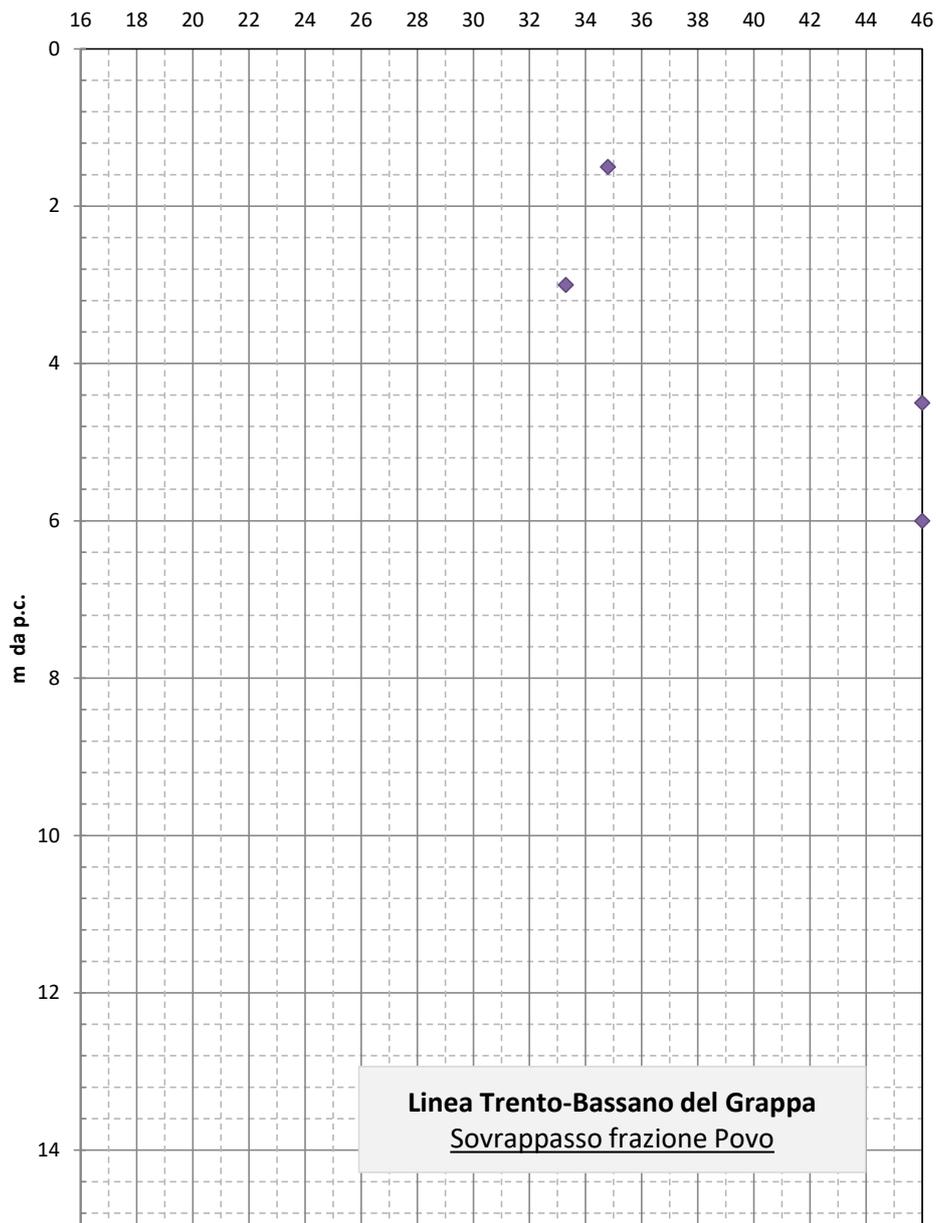


Figura 7.16 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{spt} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}]^{0.5} \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

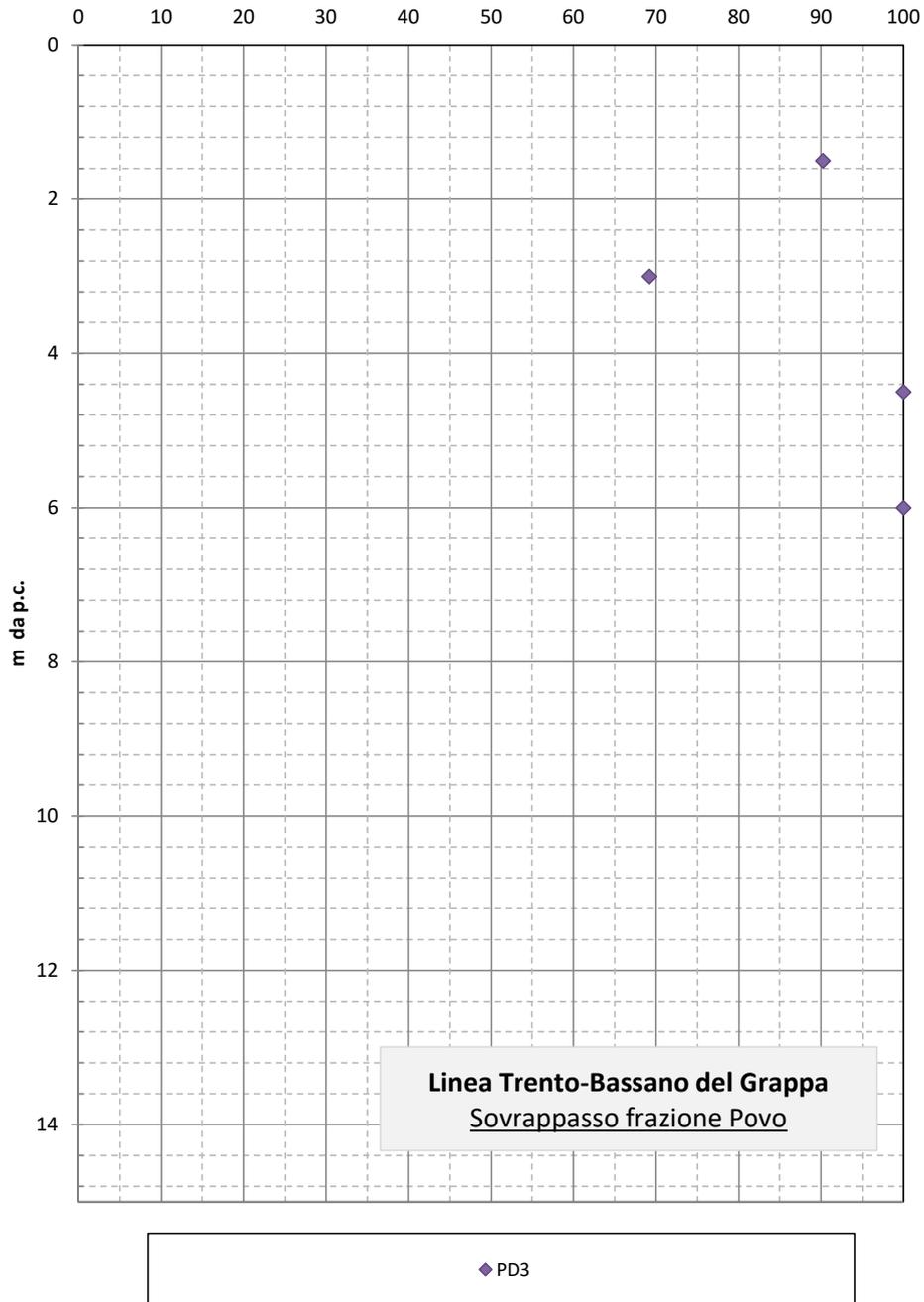


Figura 7.17 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 * N_{\text{spt}}^{0.5}$$

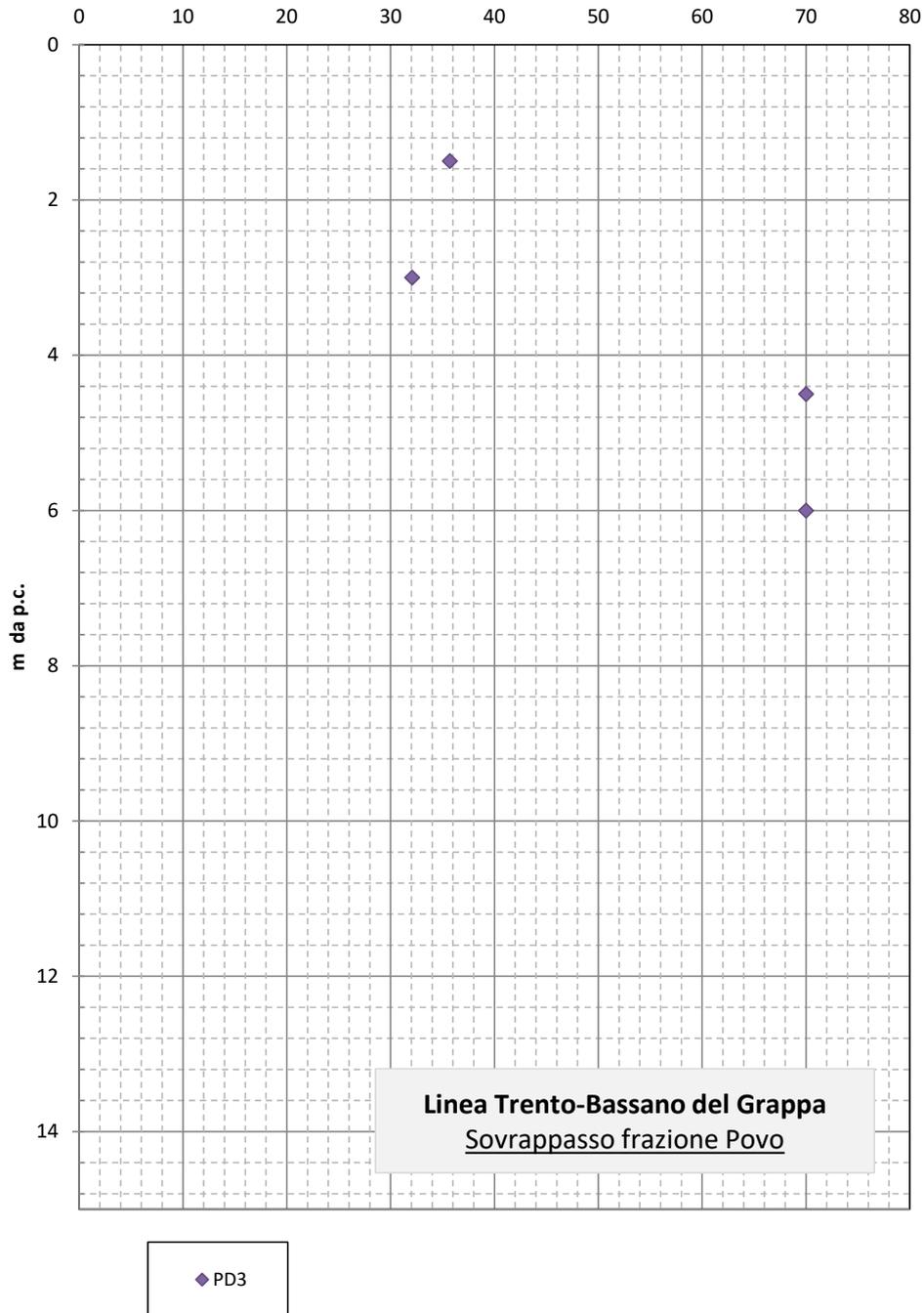


Figura 7.18 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

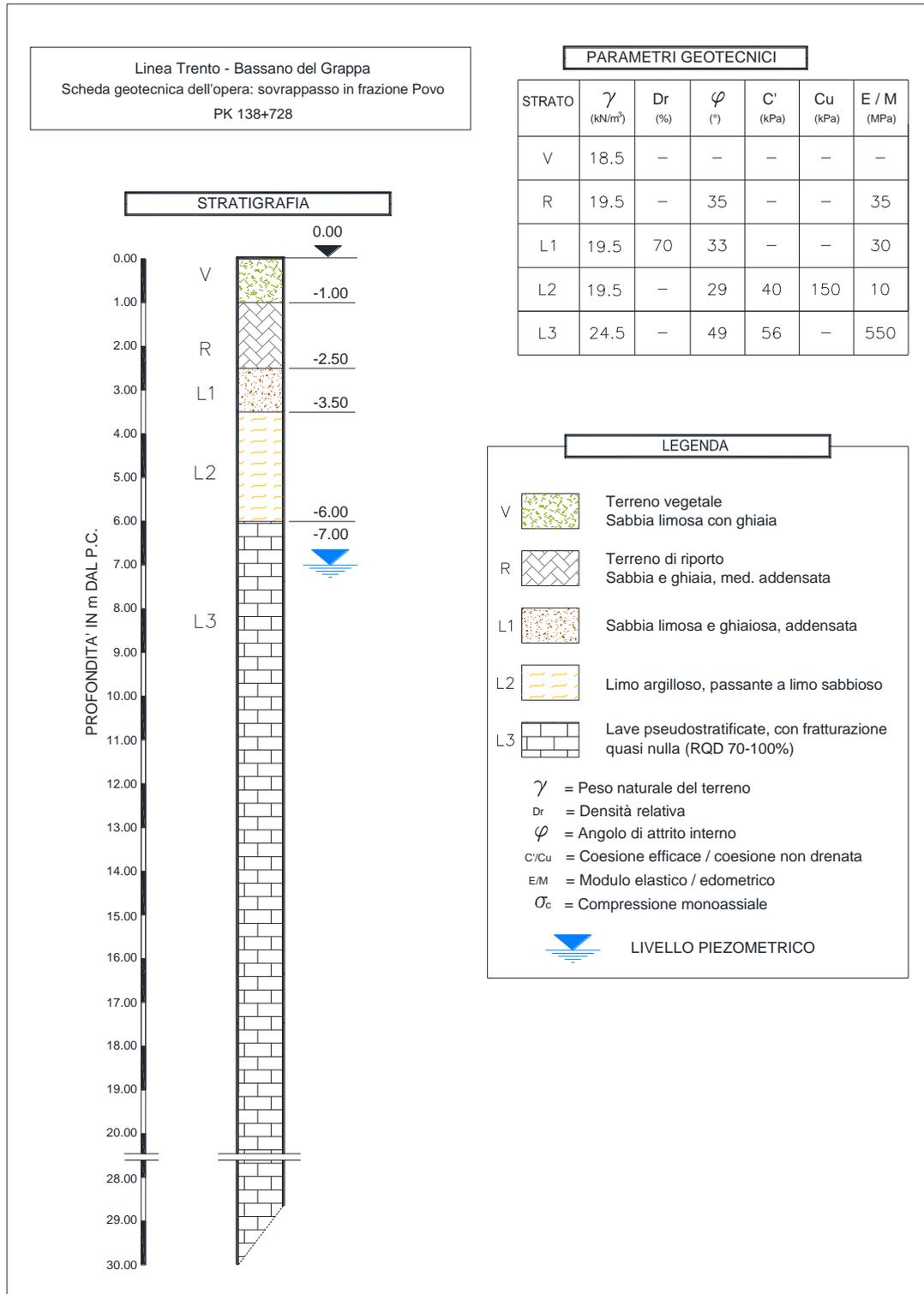


Figura 7.19 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

7.2.6 Abbassamento piano ferro in approccio a galleria S.Rocco - Progressiva da km 141+213 a km 141+646

La stratigrafia e la caratterizzazione dei terreni per l'opera in esame sono state definite sulla base del sondaggio più prossimo PD1, posizionato a circa 80 m dall'imbocco della galleria (punto più vicino dell'intervento, come visibile nell'inquadramento planimetrico n°6, in Allegato 1).

Roccia viene incontrata a profondità di 14.6 m: dolomia fino a circa 26 m di profondità e siltite al di sotto, fino alla base del sondaggio.

In considerazione della tipologia di intervento la caratterizzazione della roccia riveste un'importanza minore; qui sotto sono comunque riportate le caratteristiche desunte da carotaggi e prove di laboratorio per le due formazioni, utilizzando i criteri assunti nei paragrafi precedenti.

Dolomia:

- γ = peso di volume totale $\approx 26 \text{ kN/m}^3$;
- RQD = 32-100
- σ_c = 69 MPa
- GSI = 59
- m_i = 9
- GSI_{calc} = 39
- $\phi' = 58^\circ$ = angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 285 \text{ kPa}$ = coesione efficace;
- $E = 4.3 \text{ GPa}$ = modulo di Young

Siltite:

- γ = peso di volume totale $\approx 24.5 \text{ kN/m}^3$;
- RQD = 68-100

- $\sigma_c = 7.5 \text{ MPa}$
- $\text{GSI} = 63$
- $m_i = 7$
- $\text{GSI}_{\text{calc}} = 43$
- $\phi' = 49^\circ =$ angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 56 =$ coesione efficace;
- $E = 0.55 \text{ GPa} =$ modulo di Young

La caratterizzazione dei terreni sciolti, presenti fino a 14 m di profondità, è basata sulle informazioni provenienti dalle prove in situ (in particolare le prove penetrometriche dinamiche standard N_{SPT}) e dalle prove di laboratorio disponibili (su campioni rimaneggiati e indisturbati).

I terreni più superficiali presentano caratteristiche di bassa-media plasticità (IP 12-18), presentando un comportamento di tipo coesivo.

Nelle figure da 7.20 a 7.22 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young al variare della profondità, per i terreni a caratteristiche granulari, mentre nelle figure 7.23 e 7.24 sono mostrate le elaborazioni relative alle coesioni non drenate e ai moduli edometrici per i livelli identificati come coesivi.

In figura 7.25 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti.

La falda, ubicata a circa 10 m di profondità, non interferisce con l'intervento in progetto.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

$$\text{SHIOI \& FUKUNI } \phi (^{\circ}) = 0,3 * N_{\text{spt}} + 27$$

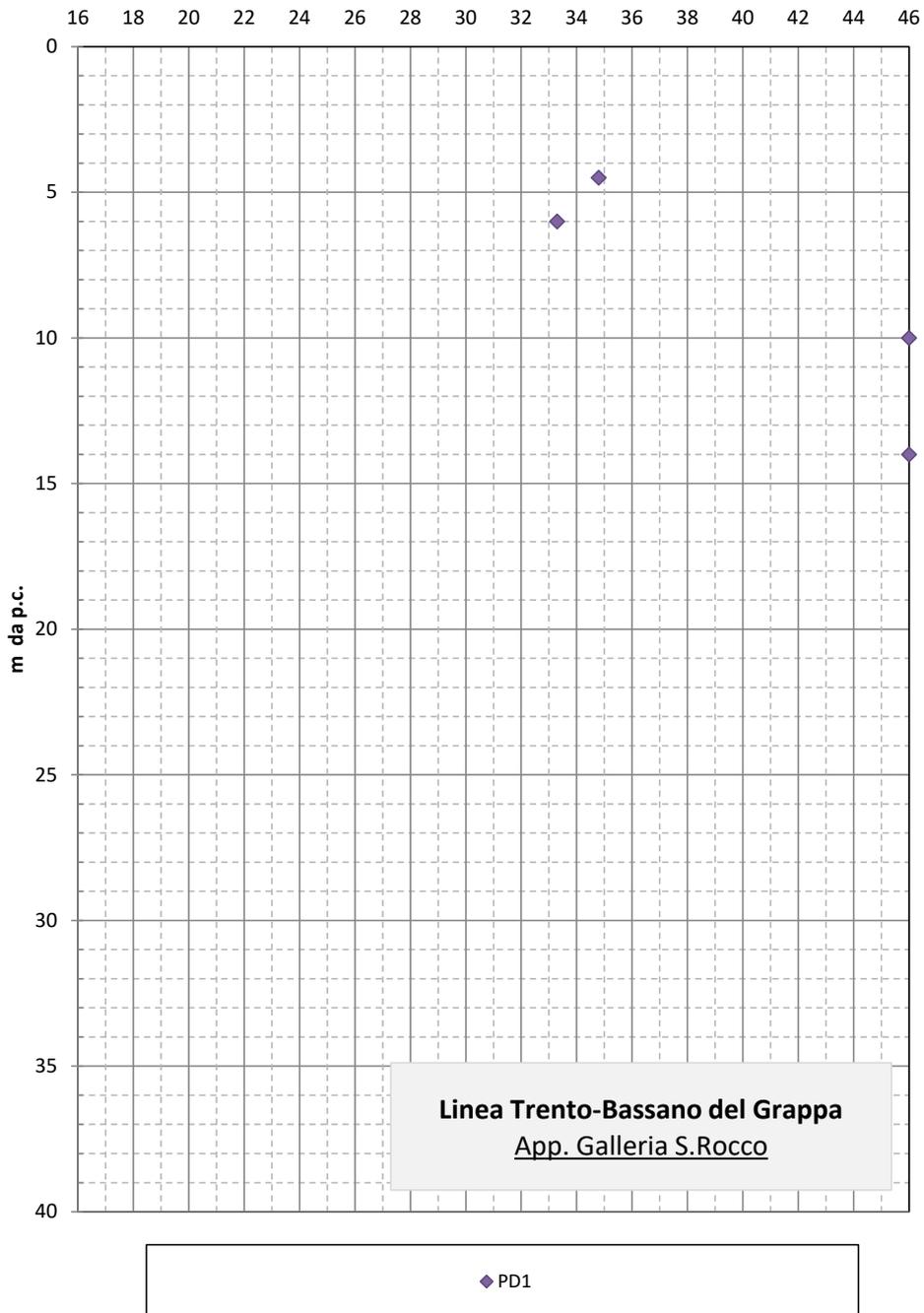


Figura 7.20 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{spt} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}]^{0.5} \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

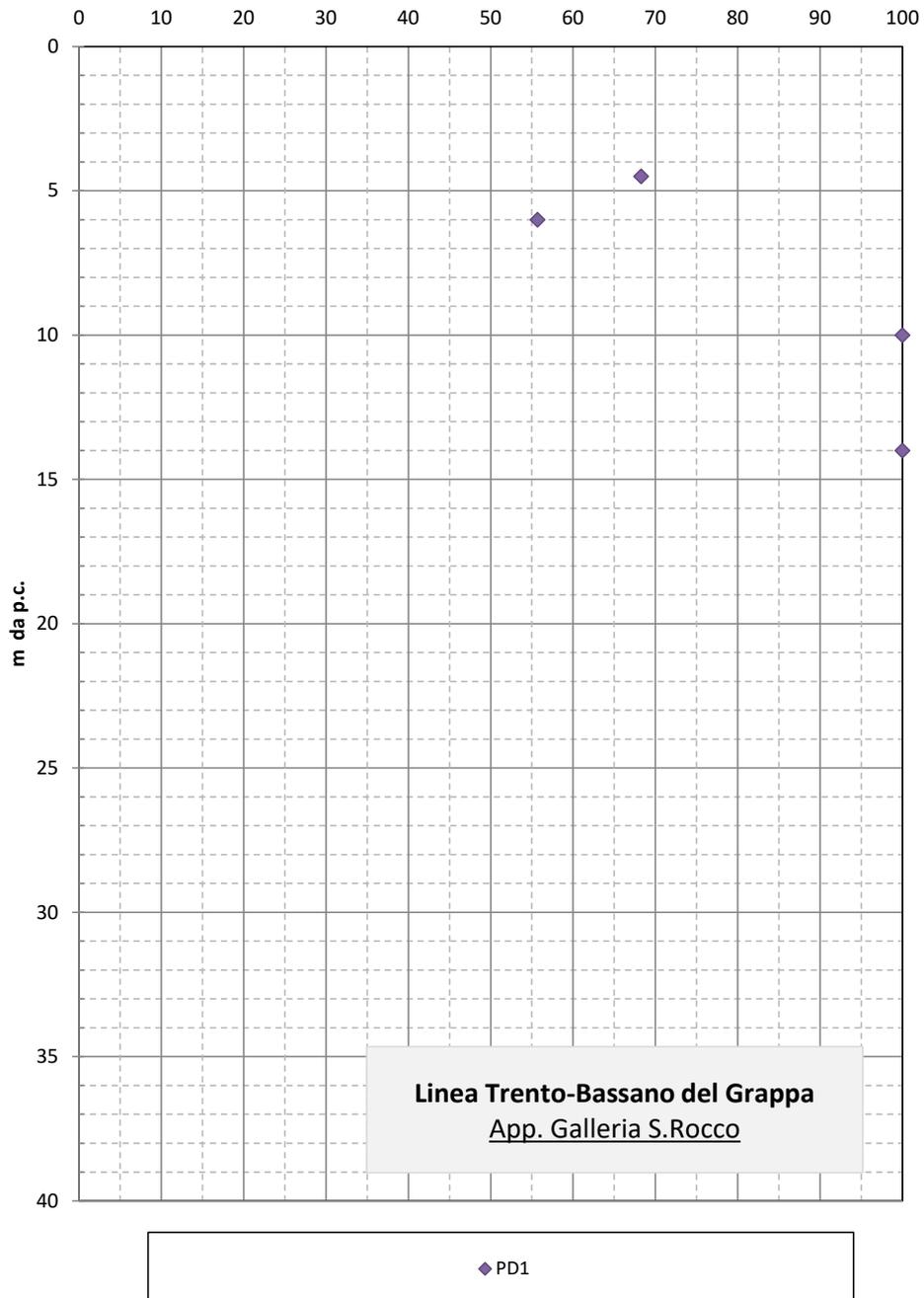


Figura 7.21 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 * N_{\text{spt}}^{0.5}$$

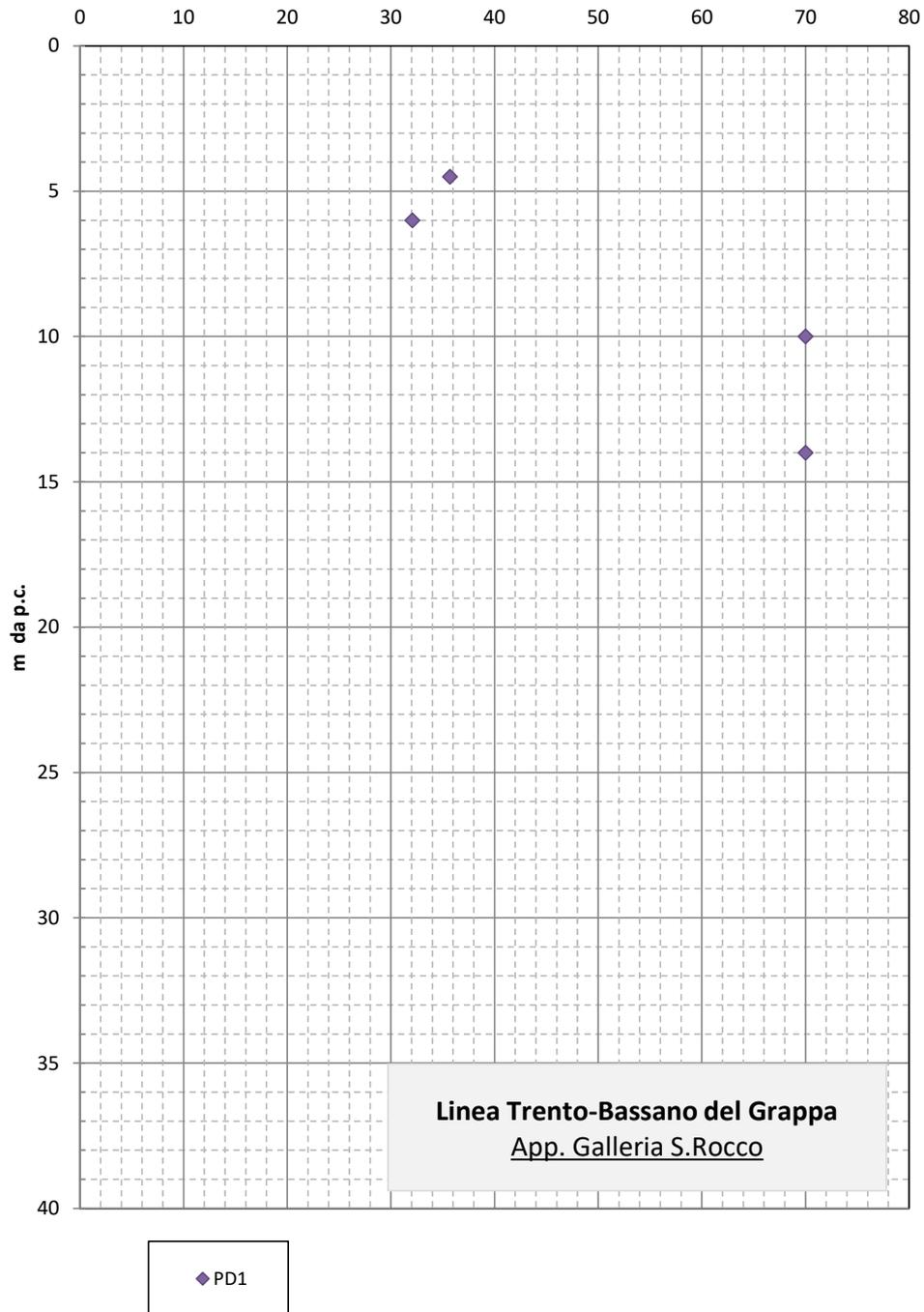


Figura 7.22 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

COESIONE NON DRENATA da SPT

TERZAGHI & PECK C_u (kPa) = $(0.067 \cdot N_{spt}) Pa$
Pa = 100 kPa

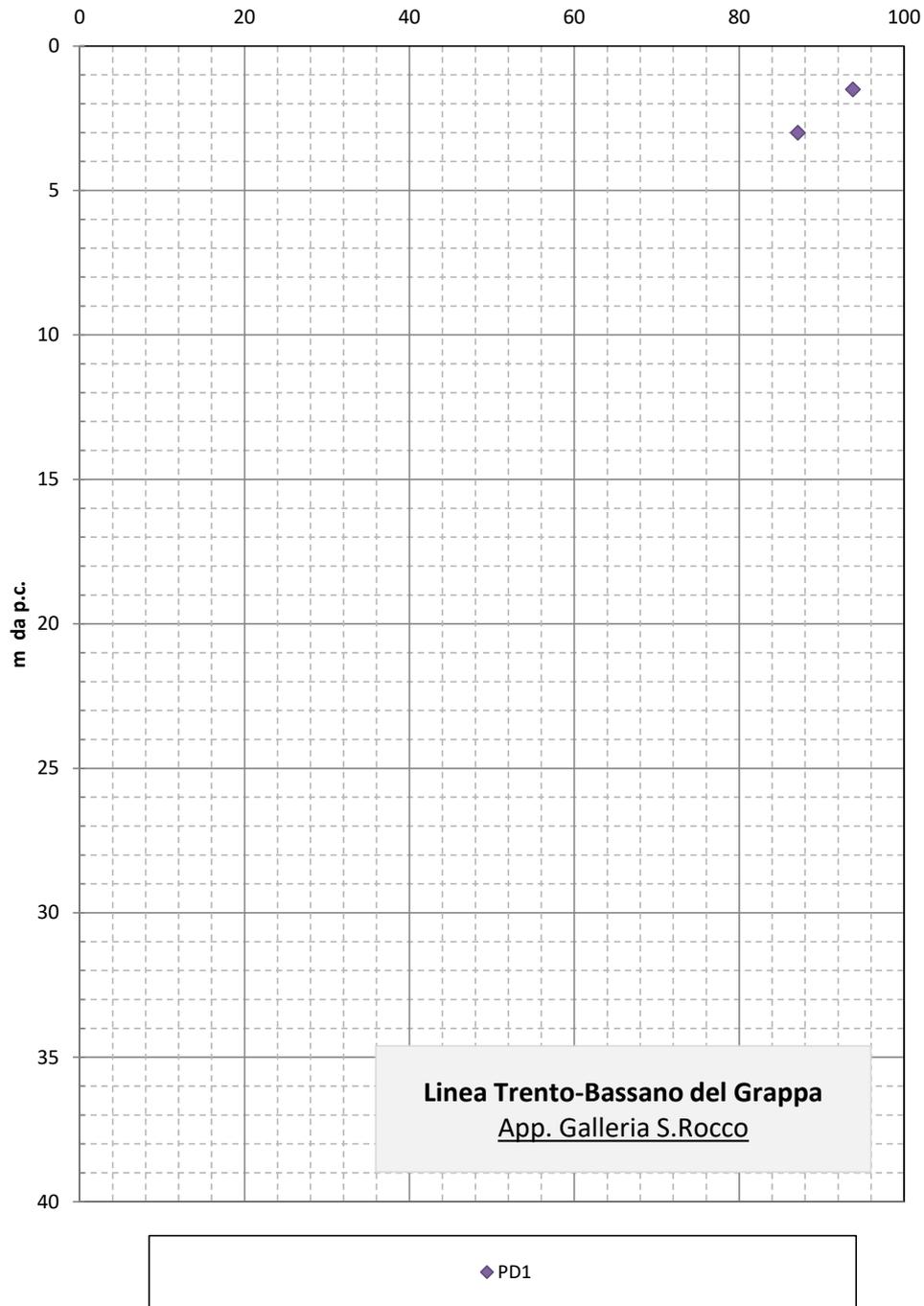


Figura 7.23 – Coesione non drenata elaborata da N_{SPT}

MODULO DI COMPRESSIONE da SPT

STROUD & BUTLER M (MPa) = $(450 \cdot N_{spt}) / 1000$

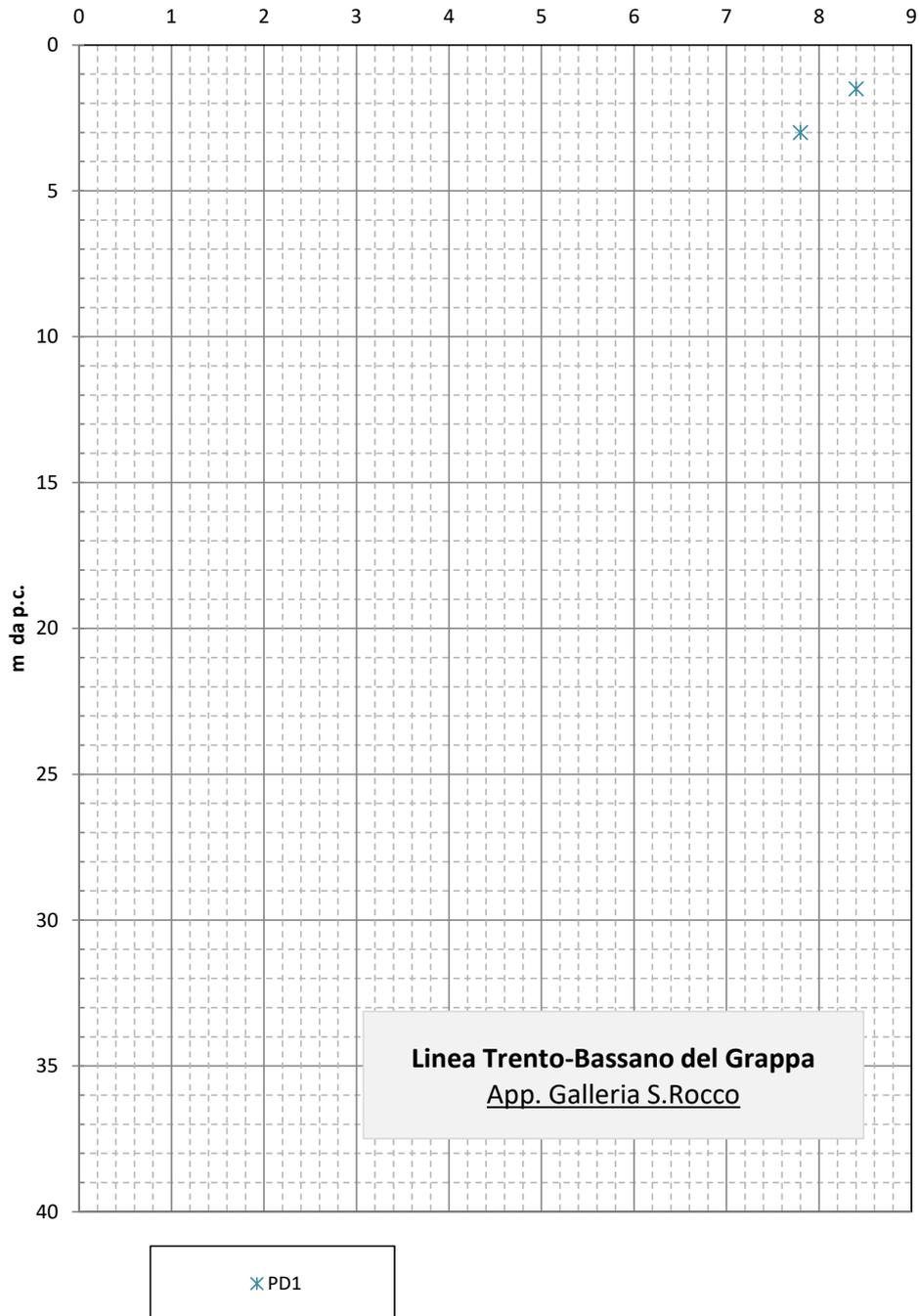


Figura 7.24 – Modulo edometrico elaborato da N_{SPT}

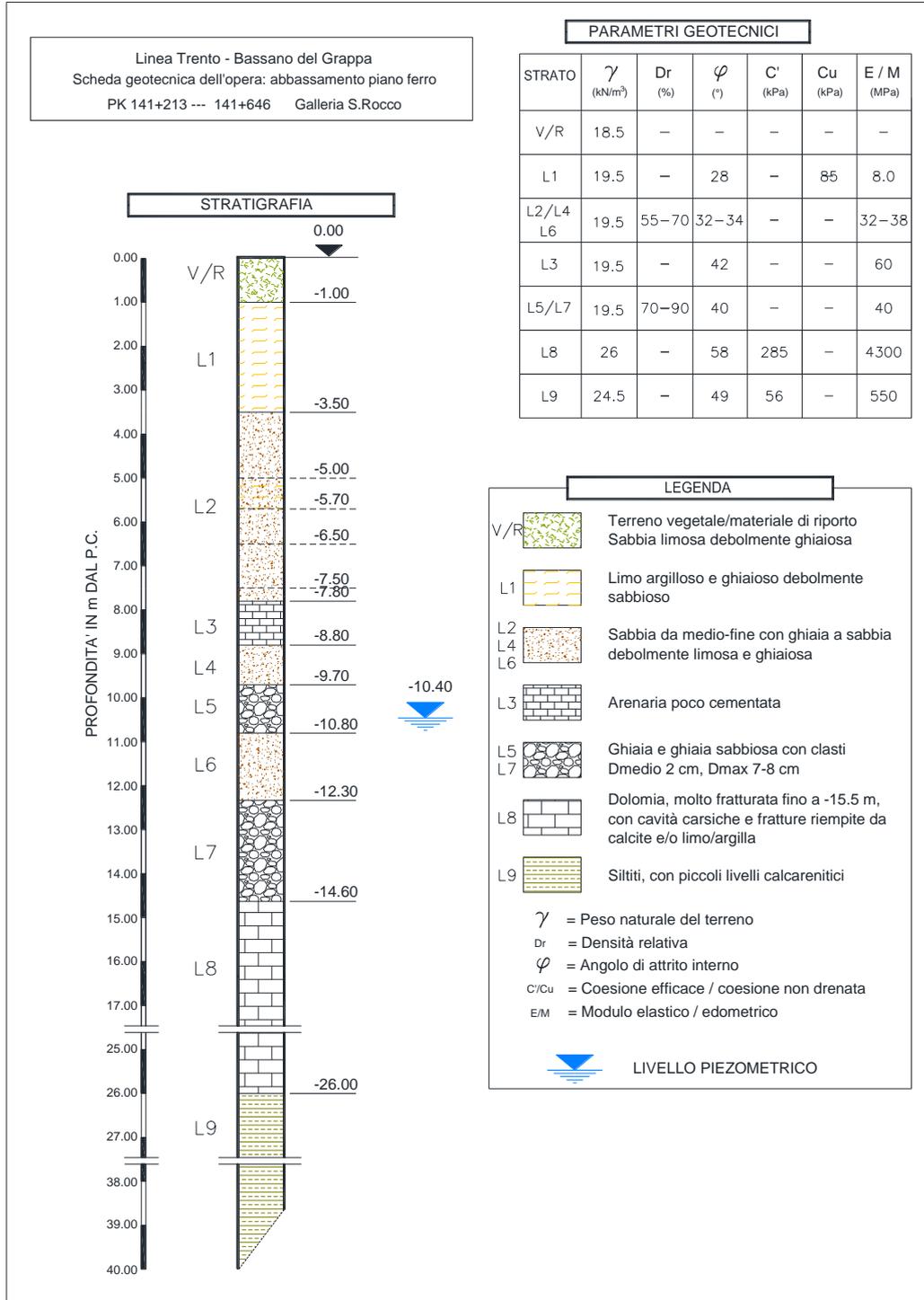


Figura 7.25 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

7.2.7 Abbassamento del piano ferro - Progressiva da km 142+932 a km 143+331.1 e tombino a km 142+890

La stratigrafia per l'opera in esame è stata definita sulla base del sondaggio più prossimo ID 2736_S1 posizionato a circa 100 m dall'area di intervento; per la caratterizzazione dei materiali sciolti sono stati valutati anche i risultati delle prove in sito dei sondaggi ID 2737_S2 e ID 3367_S1, posizionati a distanza maggiore (170-180 m). Si veda l'inquadramento planimetrico n°7 in Allegato 1.

Si incontrano materiali sciolti fino a 8 m di profondità, di caratteristiche prevalentemente granulari (ghiaie e sabbie, con contenuti limosi), e successivamente roccia (siltite), la cui caratterizzazione, in assenza di prove specifiche nel sondaggio, è basata sull'interpretazione di dati provenienti da altre verticali di indagine, come descritto nei paragrafi precedenti :

Siltite:

- γ = peso di volume totale $\approx 24.5 \text{ kN/m}^3$;
- RQD = 68-100
- $\sigma_c = 7.5 \text{ MPa}$
- GSI = 63
- $m_i = 7$
- $GSI_{calc} = 43$
- $\phi' = 49^\circ =$ angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 56 =$ coesione efficace;
- $E = 0.55 \text{ GPa} =$ modulo di Young

Nelle figure da 7.26 a 7.28 sono mostrate le elaborazioni degli angoli di attrito, della densità relativa e dei moduli di Young nei materiali sciolti, derivate dall'analisi delle prove dinamiche standard, al variare della profondità. In figura 7.29 è sintetizzata la stratigrafia di progetto con i parametri geotecnici definiti. La falda, assunta a circa 5 m di profondità, non interferisce con l'intervento in progetto.

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO da SPT

$$\text{SHIOI \& FUKUNI } \phi (^{\circ}) = 0,3 \cdot N_{\text{spt}} + 27$$

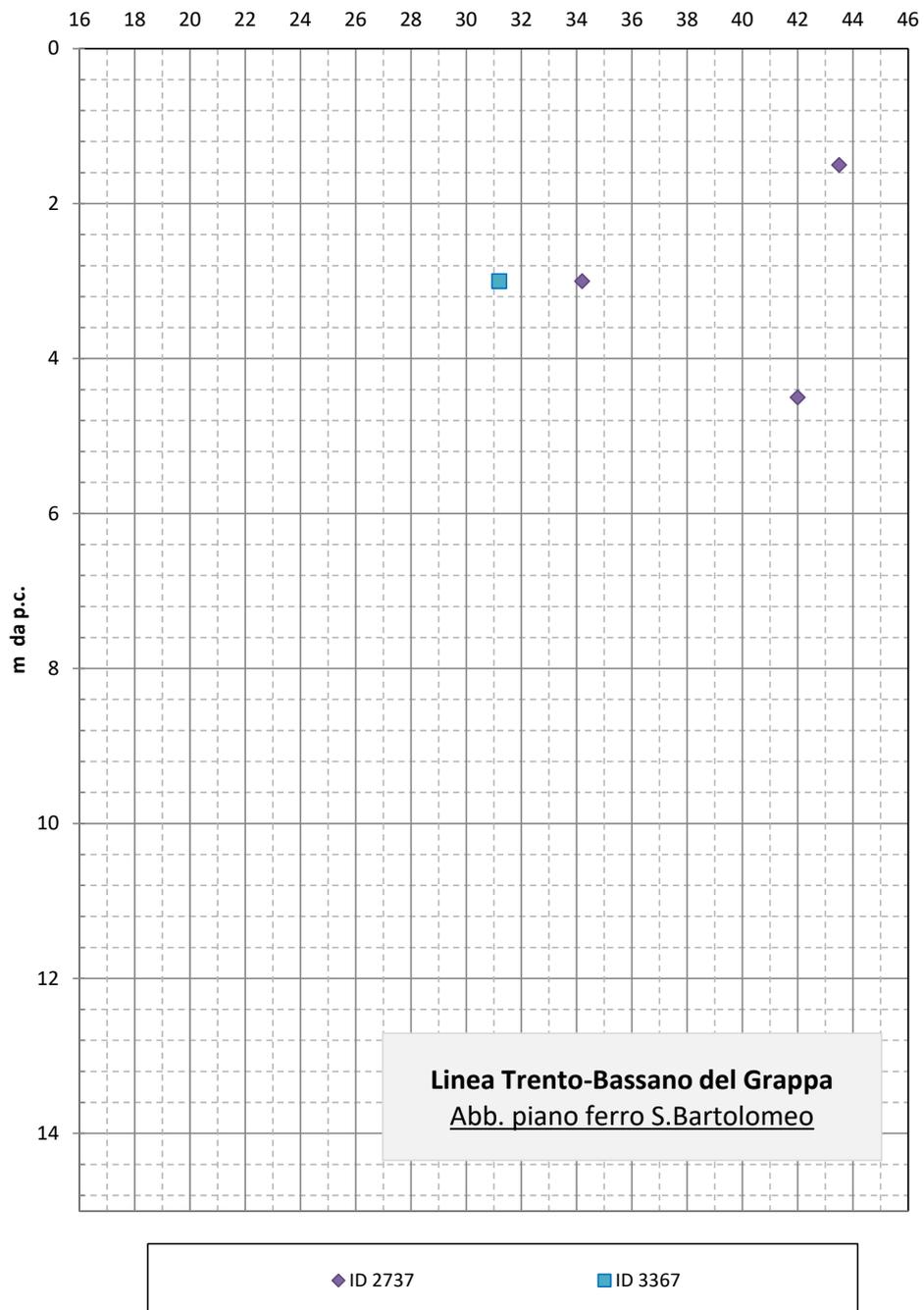


Figura 7.26 – Angolo di attrito efficace elaborato da N_{SPT}

DENSITA' RELATIVA da SPT

$$\text{BAZARAA } D_r (\%) = 0.2236 \cdot [N_{\text{spt}} / a + (b \cdot \sigma')^{0.5}] \cdot 100$$

$$a = 1; b = 0.2 \text{ se } \sigma' \leq 15 \text{ t/m}^2;$$

$$a = 3.25; b = 0.05 \text{ se } \sigma' > 15 \text{ t/m}^2$$

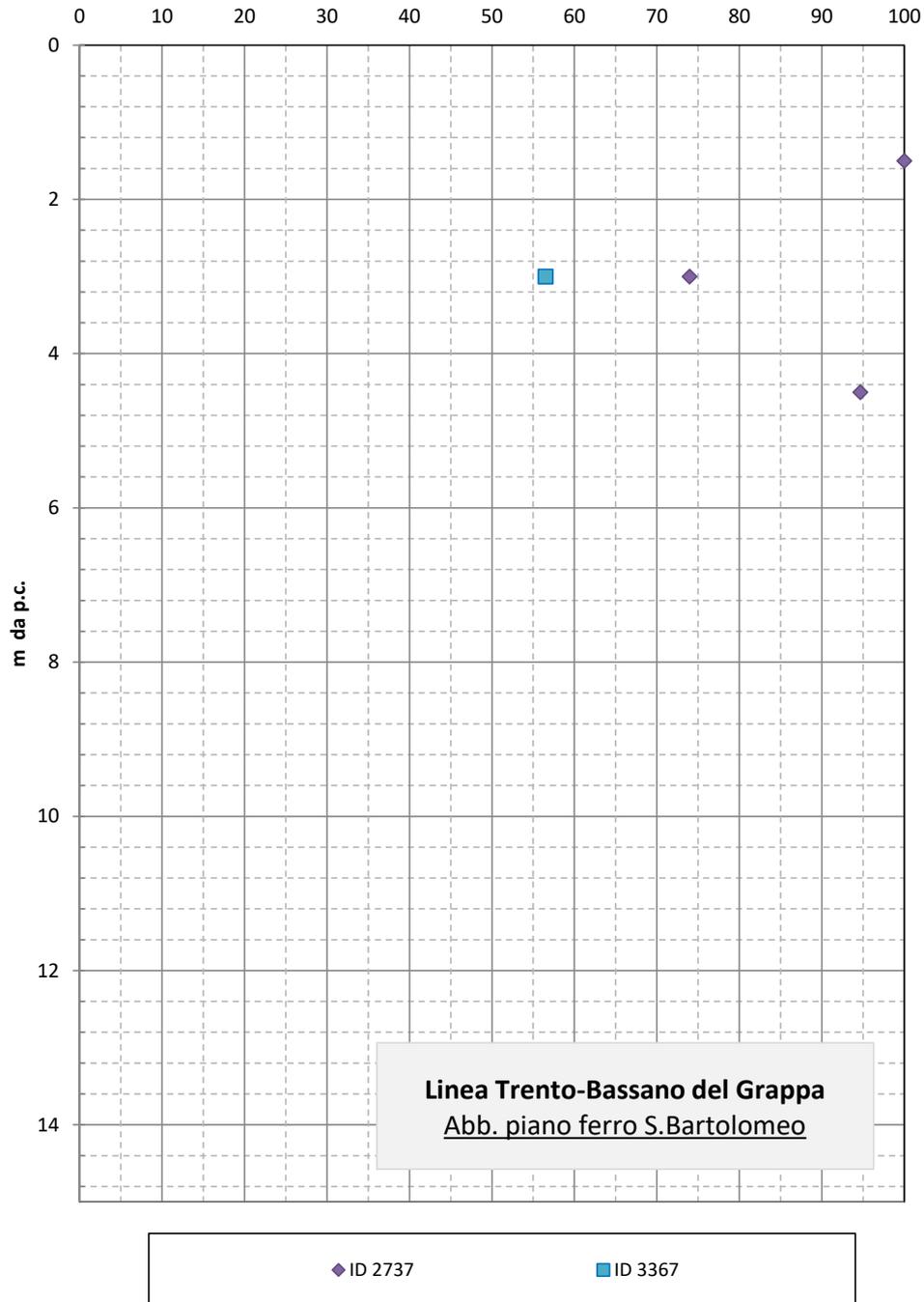


Figura 7.27 – Densità relativa elaborata da N_{SPT}

MODULO DI YOUNG da SPT

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 7 \cdot N_{\text{spt}}^{0.5}$$

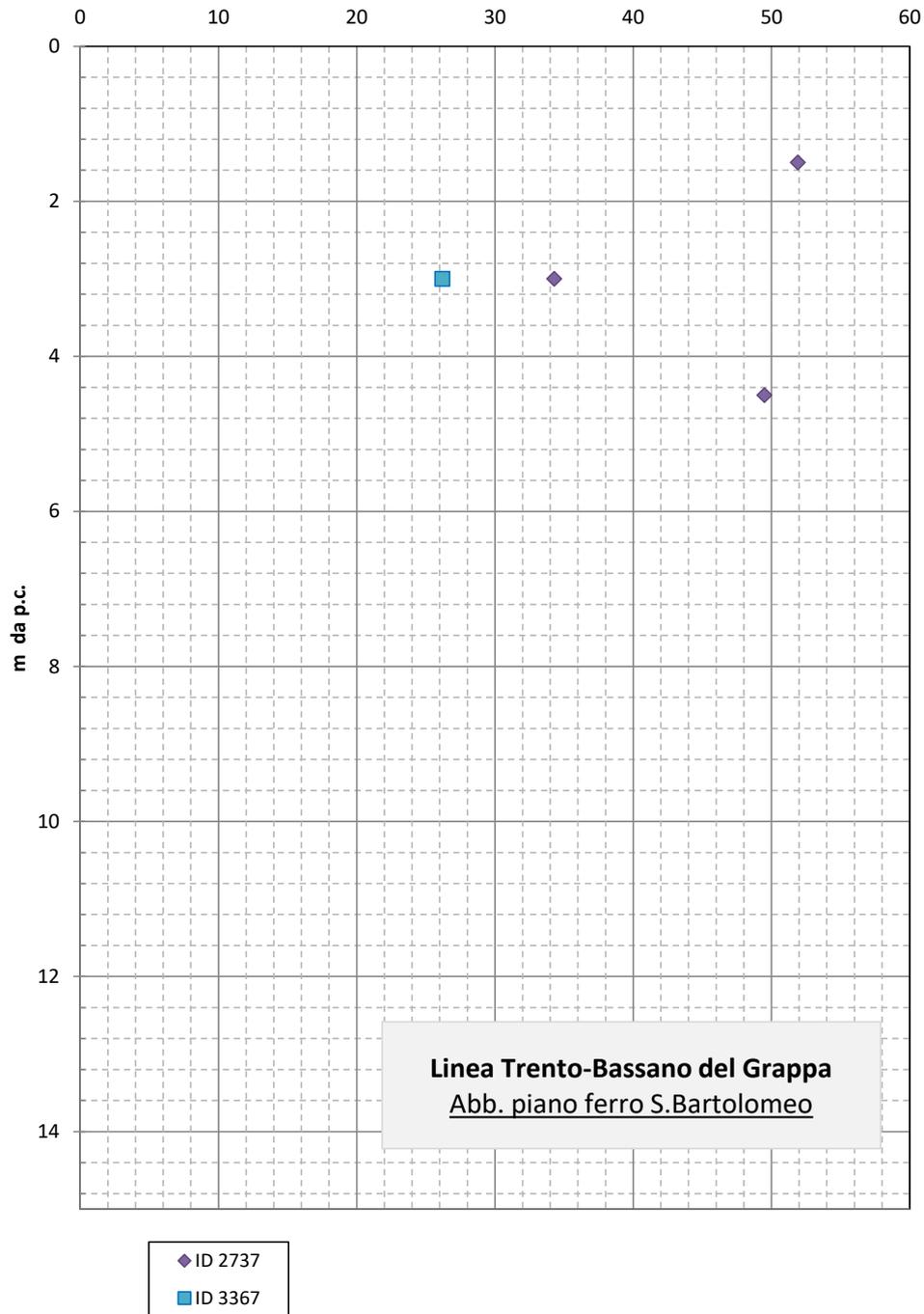


Figura 7.28 – Modulo di Young elaborato da N_{SPT}

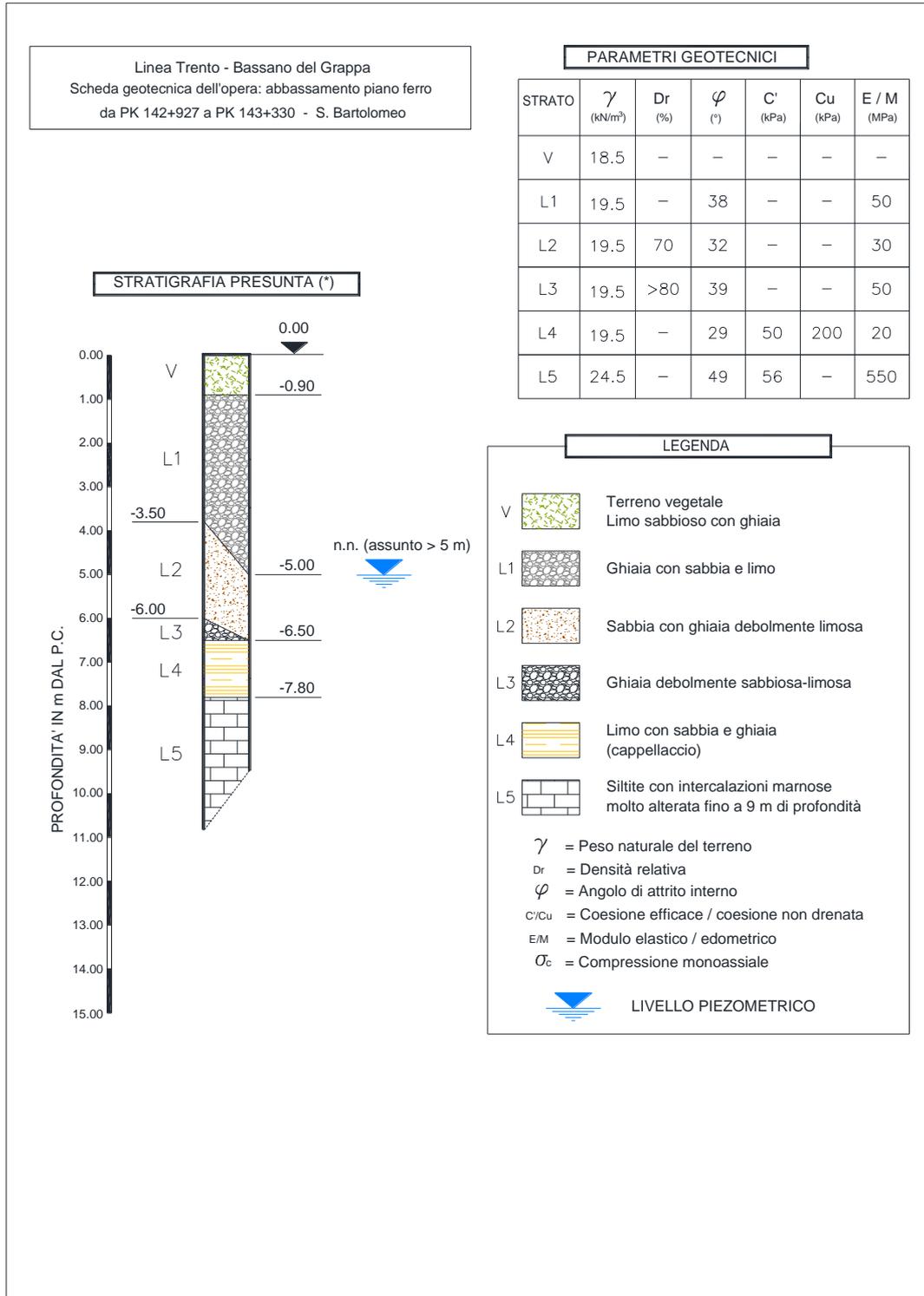


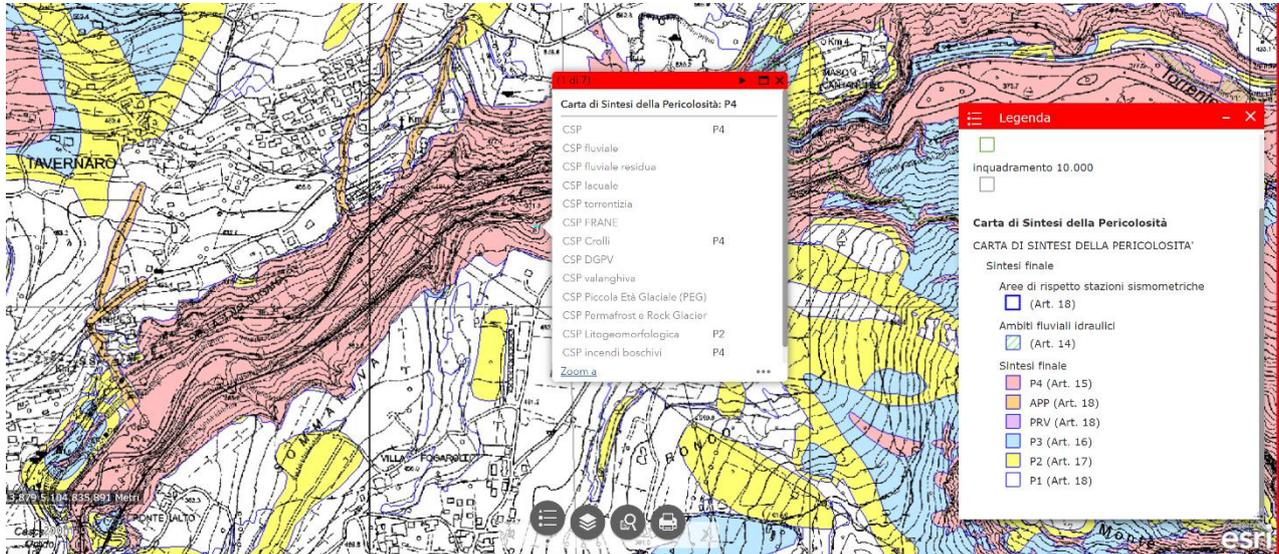
Figura 7.29 – Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

8 CONSIDERAZIONI RIGUARDO LA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Gli studi di carattere geologico-geotecnico condotti per la stesura del progetto in esame hanno evidenziato la presenza lungo la linea di aree “critiche” per la presenza di fenomeni gravitativi di versante.

In sede di PFTE sono già state censite le zone che risultano critiche riguardo a questi fenomeni, e in calce ai profili geotecnici sono state individuate le zone classificate a rischio nella “Metodologia Operativa recante “Procedure e interventi di protezione della sede dai fenomeni di dissesto idrogeologico” (RFI DPR DTP_VR SIGS) predisposta da RFI per la linea Trento – Primolano, individua per la tratta in esame punti/tratti di linea che, nel caso di criticità idrogeologiche o idrauliche conseguenti ad avverse condizioni metereologiche, devono essere oggetto di attività di vigilanza straordinaria. Si rimanda al documento specifico per la definizione di questi punti.

In aggiunta ai “tratti critici”, è opportuno osservare che l’intervento in progetto ricade, come detto, in aree definite a livelli di penalità alta ai sensi della legge provinciale 27 maggio 2008, n.5. Il livello di penalità è conseguenza di una combinazione di pericolosità dovute a diversi fattori (fluviale, incendi, frane e valanghe). Interrogando il webgis del portale geocartografico, si possono assegnare le pericolosità specifiche del tratto a quelle dovute a incendi boschivi, litogeomorfologica e di conseguenza crolli.



Risulta evidente che il fenomeno più pertinente è quello legato ai fenomeni gravitativi di versante e nello specifico di crolli, ovvero fenomeni gravitativi di movimentazione di masse rocciose distaccate dal versante.

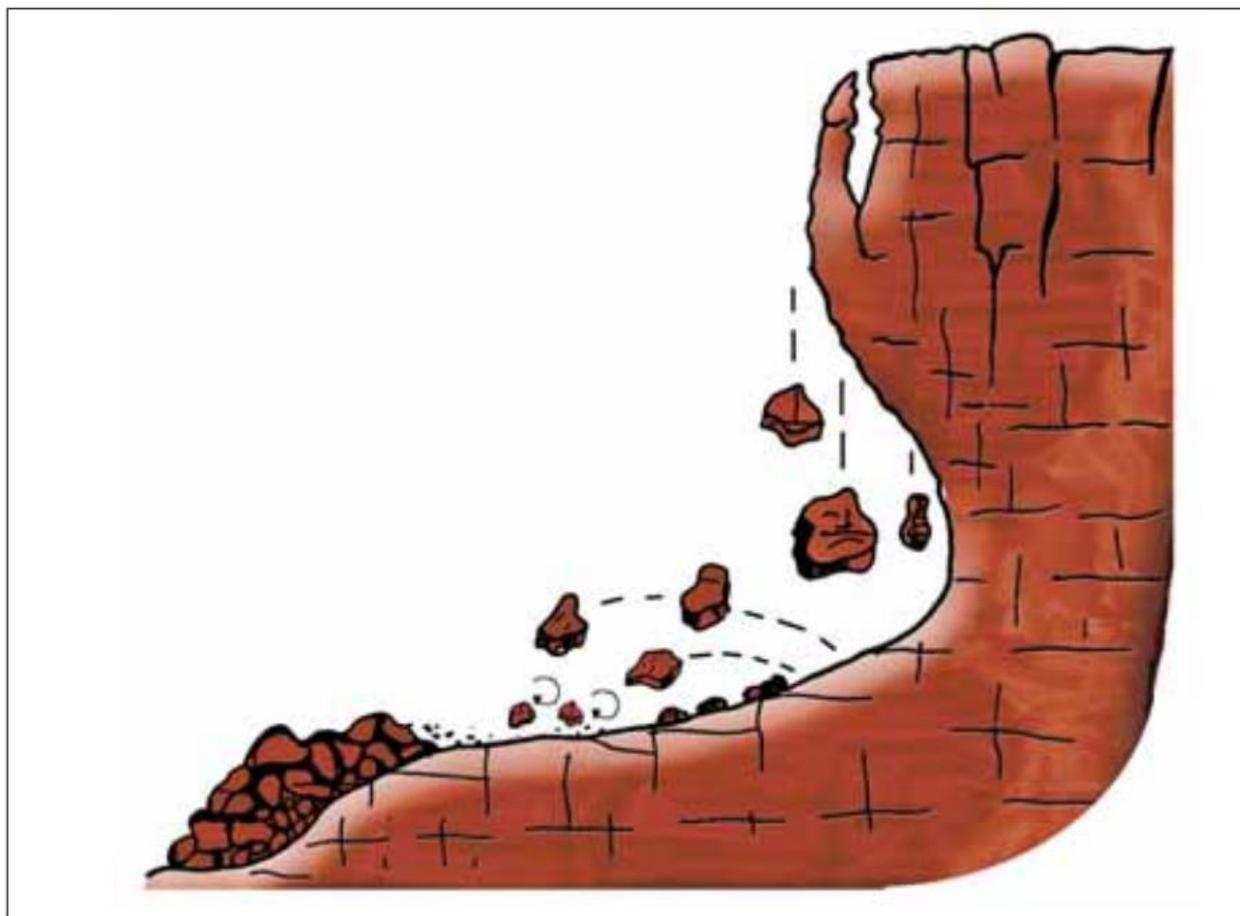
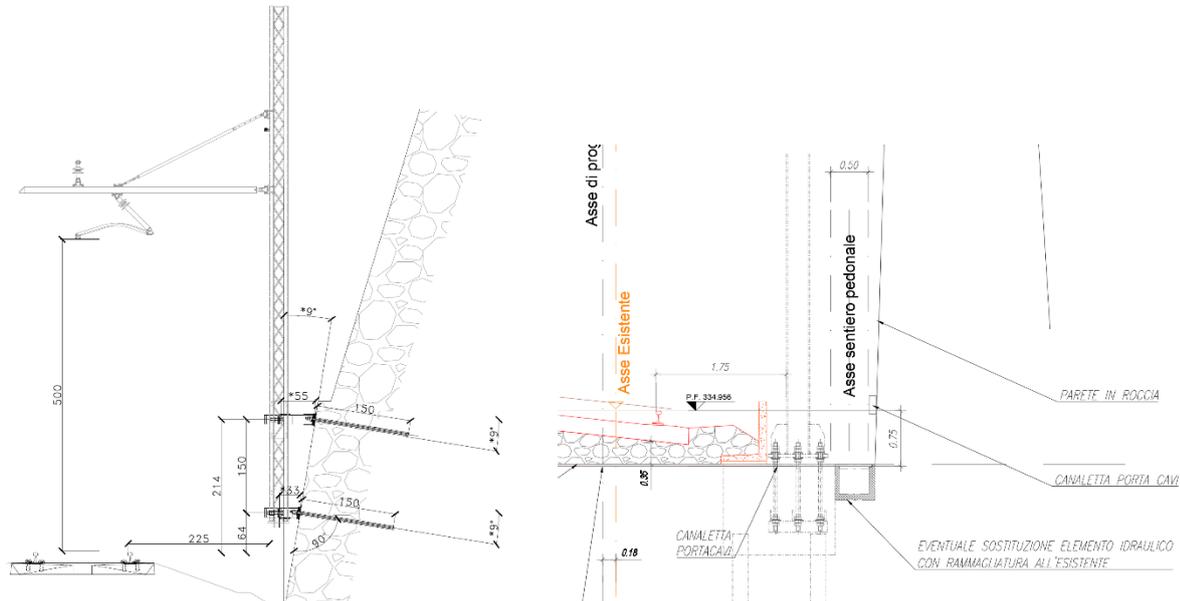


Figura 1 Modello schematico di crolli in materiali (APAT, 2006)

La litogeomorfologia della formazione geologica si configura come un fattore predisponente all'innescio di tali fenomeni, che però necessitano di fattori innescanti per materializzarsi: quell'insieme di azioni, carichi, modifiche all'assetto geometrico o del regime delle acque che causano il raggiungimento di una resistenza limite di corpi che quindi si mobilitano. Altri fenomeni – non legati a eventuali attività e modifiche antropiche – sono gli eventi meteorici intensi, le infiltrazioni d'acqua, lo scalzamento al piede dei versanti provocato dall'azione erosiva prodotta dalla corrente di un corso d'acqua o dal moto ondoso, l'ampliamento delle fessure dovuto a fenomeni crioclastici, termoclastici o all'effetto della crescita di radici, le sollecitazioni sismiche.



L'intervento di alloggiamento dei pali TE si configura in due modalità: ancoraggio in roccia mediante chiodi e basamenti in cls fondati su micropali. L'ancoraggio prevede l'inserimento nella parete rocciosa di barre in acciaio passive, cioè rese solidali al materiale lapideo mediante iniezioni di malta, dimensionata coerentemente col carico del traliccio da sostenere. Quella che si genera all'interfaccia tra barra e roccia è pertanto una azione benefica rispetto alla stabilità della roccia nel suo intorno, perché assicura un maggiore confinamento del materiale e aumento delle resistenze tangenziali (interi interventi di stabilizzazione dei versanti rocciosi si basano su chiodature appositamente progettate).

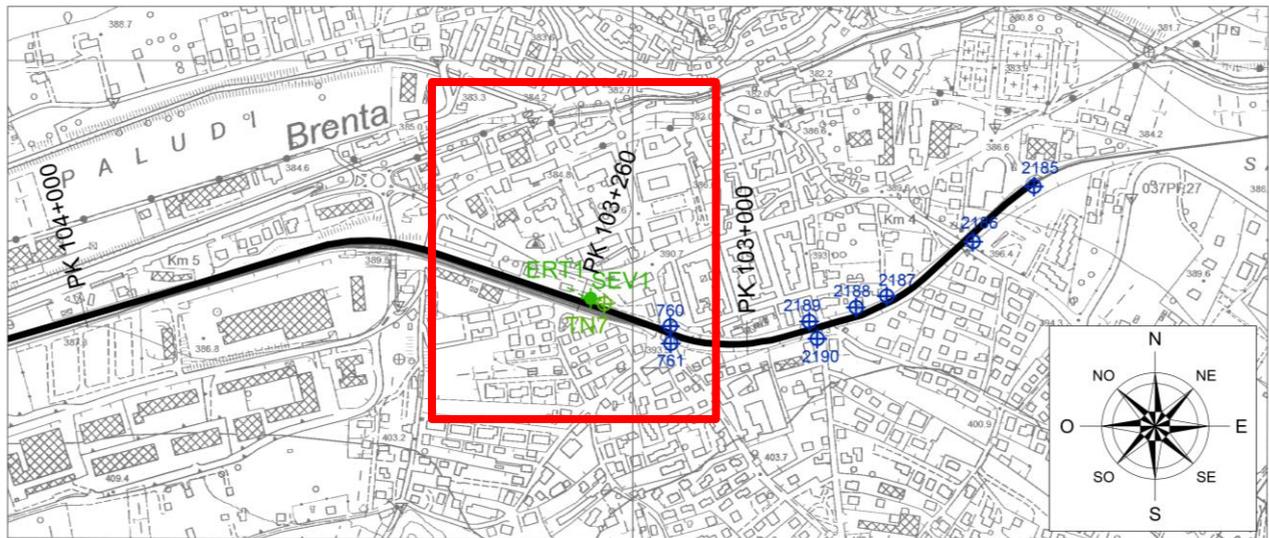
L'intervento di alloggiamento su blocco in cls a sua volta fondato su micropali è volto a trasferire le azioni del traliccio al sottosuolo mediante le fondazioni profonde, che (oltre a trasferire il carico in maniera distribuita lungo tutta la loro estensione) svolgono a loro volta azione di confinamento del materiale tra esse compreso. L'intervento è di carattere tipologico e dimensionato in modo da risultare stabile in tutte le condizioni litostratigrafiche. Non comporta nessuna conseguenza né a monte (non esiste interferenza di nessun genere, neanche geometrica) né a valle, per i motivi descritti.

Eventuali considerazioni riguardo la cantierizzazione o il mantenimento di opportune condizioni di sicurezza nell'esecuzione di queste lavorazioni esulano dagli scopi del progetto delle opere civili e devono essere comunque garantite dall'esecutore dei lavori.

Per i motivi esposti, si ritiene che le opere in progetto non provochino nessun incremento della pericolosità legata ai fenomeni presenti nell'area, che risultano compatibili col livello di penalità dell'area in progetto.

ALLEGATO 1: INQUADRAMENTI PLANIMETRICI

INQUADRAMENTO N°1 – PIAZZALE SSE BORGO VALSUGANA AL KM 103+260



LEGENDA

Indagini bibliografiche

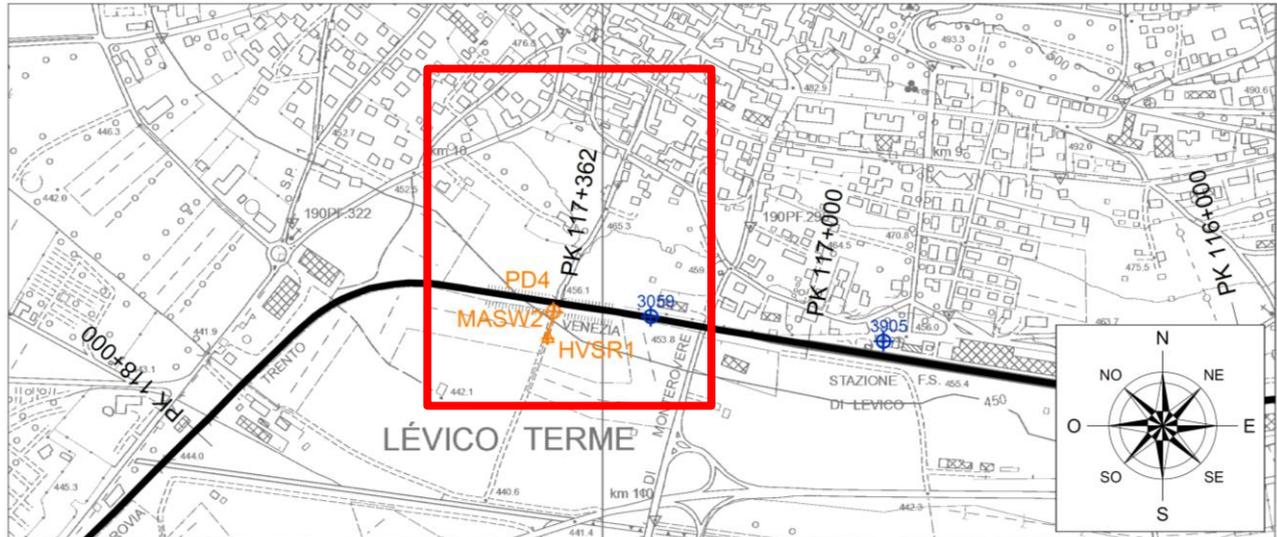
-  250 Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  243 Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
-  B1 Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PFTE

-  S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2021
-  HVSR Indagini HVSR - Italferr 2021
-  SEV Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
-  Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2021
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche



INQUADRAMENTO N°2 – SOVRAPPASSO E SIFONE AL KM 117+362 LEVICO



LEGENDA

Indagini bibliografiche

-  250 Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  243 Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
-  B1 Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PD

-  S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2022
-  HVSR Indagini HVSR - Italferr 2022
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2022
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche 2021-2022

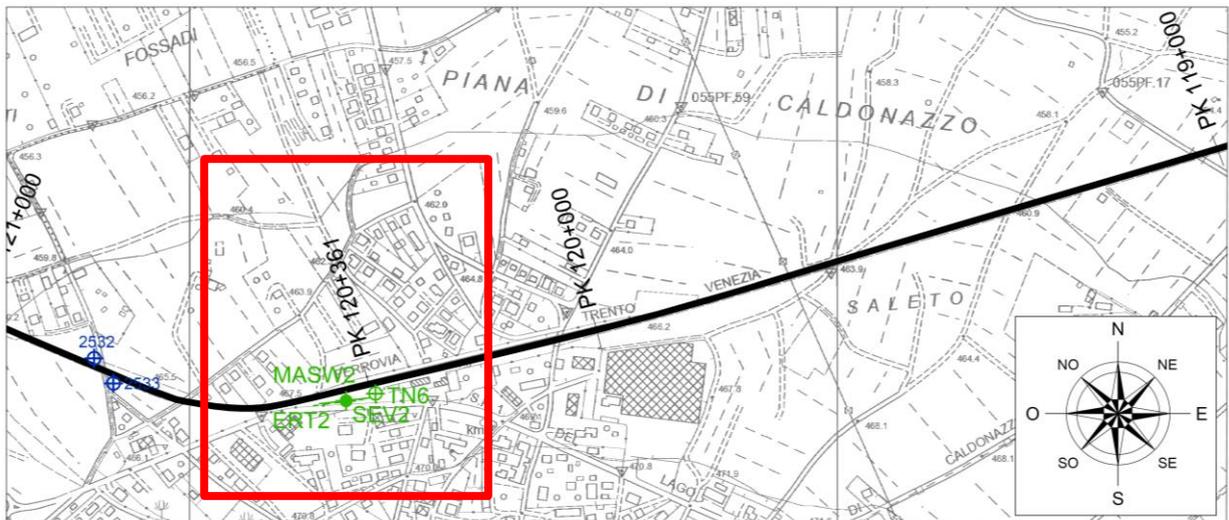
Intervento

PD4

MASW2



INQUADRAMENTO N°3 – SSE CALDONAZZO – FABBRICATO AL KM 120+361



LEGENDA

Indagini bibliografiche

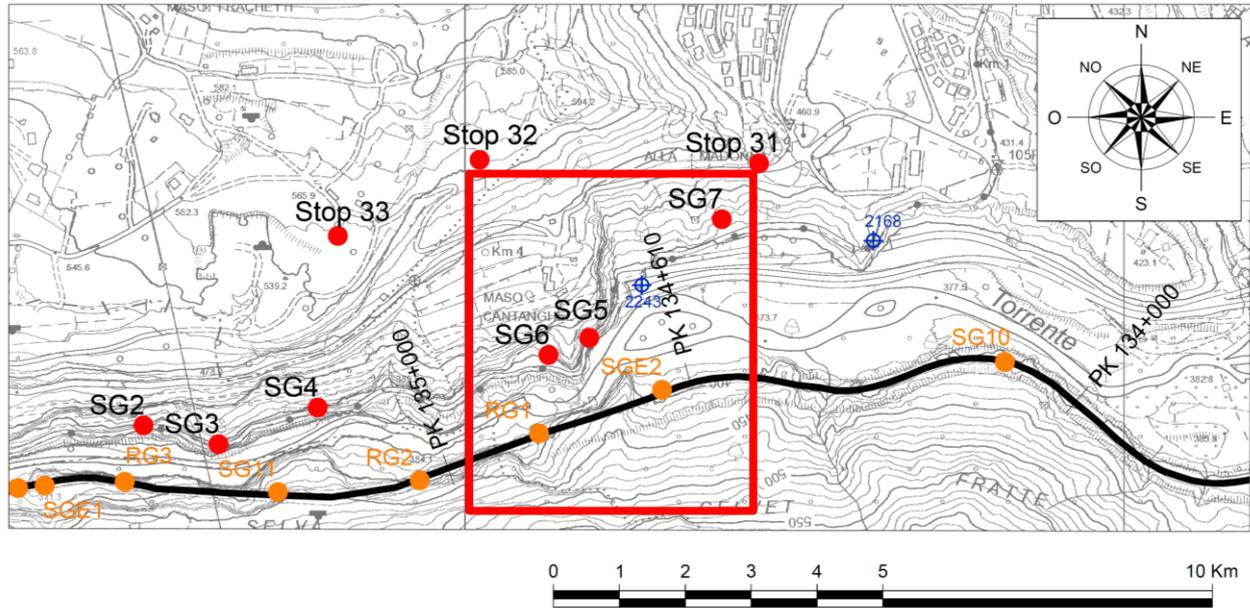
-  250 Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  243 Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
-  B1 Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PFTE

-  S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2021
-  HVSR Indagini HVSR - Italferr 2021
-  SEV Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
-  Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2021



INQUADRAMENTO N°4 – SCIVOLO LEGNAMI AL KM 134+610



LEGENDA

Indagini bibliografiche

-  250 Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  243 Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
-  B1 Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

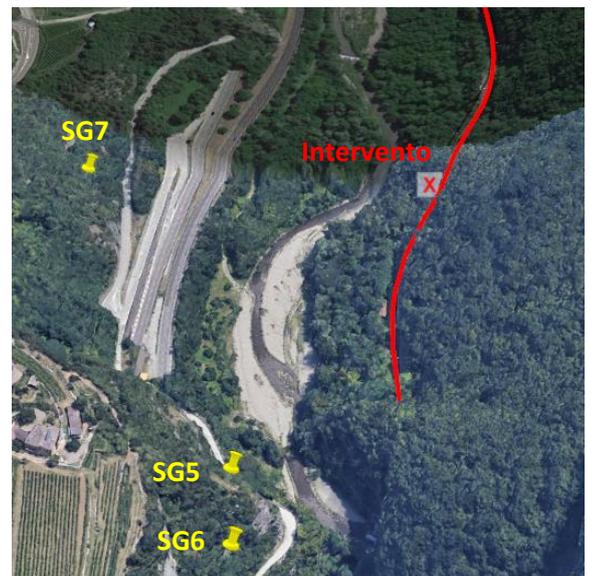
Indagini PFTE

-  S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2021
-  HVSr Indagini HVSr - Italferr 2021
-  SEV Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
-  Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2021

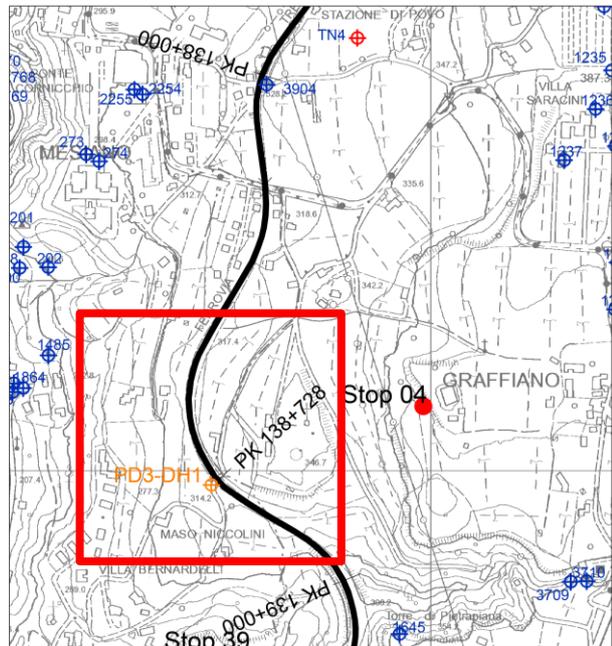
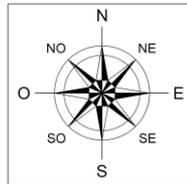
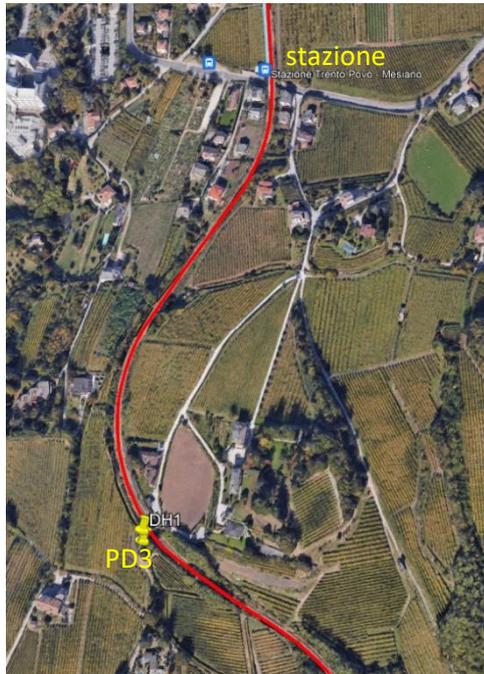
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche

Indagini PD

-  S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2022
-  HVSr Indagini HVSr - Italferr 2022
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2022
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche 2021-2022



INQUADRAMENTO N°5 – SOVRAPPASSO IN FRAZIONE POVO AL KM 138+728



LEGENDA

Indagini bibliografiche

-  Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
-  Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PFTE

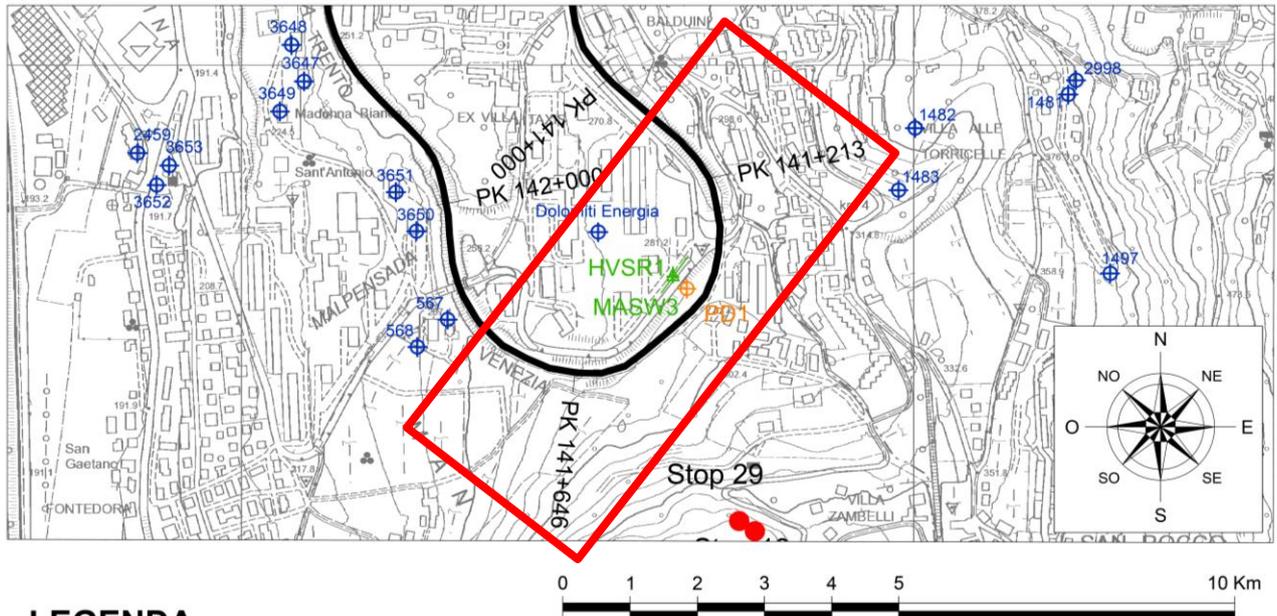
-  Sondaggi geognostici - Italferr 2021
-  Indagini HVSR - Italferr 2021
-  Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
-  Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2021

-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche

Indagini PD

-  Sondaggi geognostici - Italferr 2022
-  Indagini HVSR - Italferr 2022
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2022
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche 2021-2022

INQUADRAMENTO N°6 – ABBASSAMENTO PIANO FERRO - DA KM 141+213 A KM 141+646



LEGENDA

Indagini bibliografiche

-  250 Sondaggi geonostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
-  243 Sondaggi geonostici - Scalo Filzi
-  B1 Sondaggi geonostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PFTE

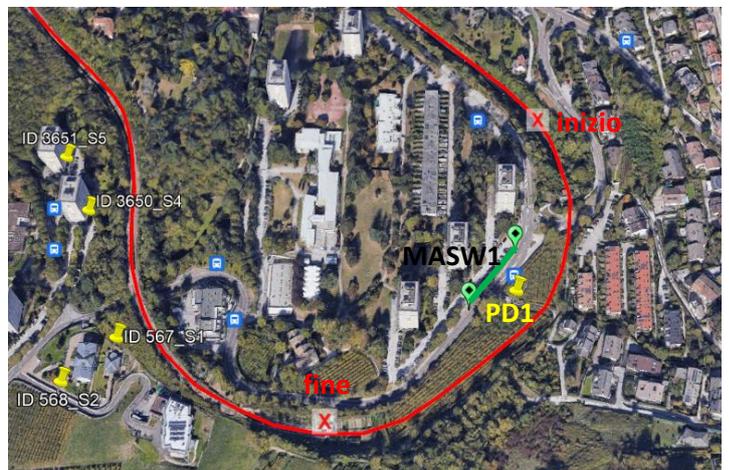
-  S2 Sondaggi geonostici - Italferr 2021
-  HVSRI Indagini HVSRI - Italferr 2021
-  SEV Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
-  Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021

 Indagini con metodo MASW - Italferr 2021

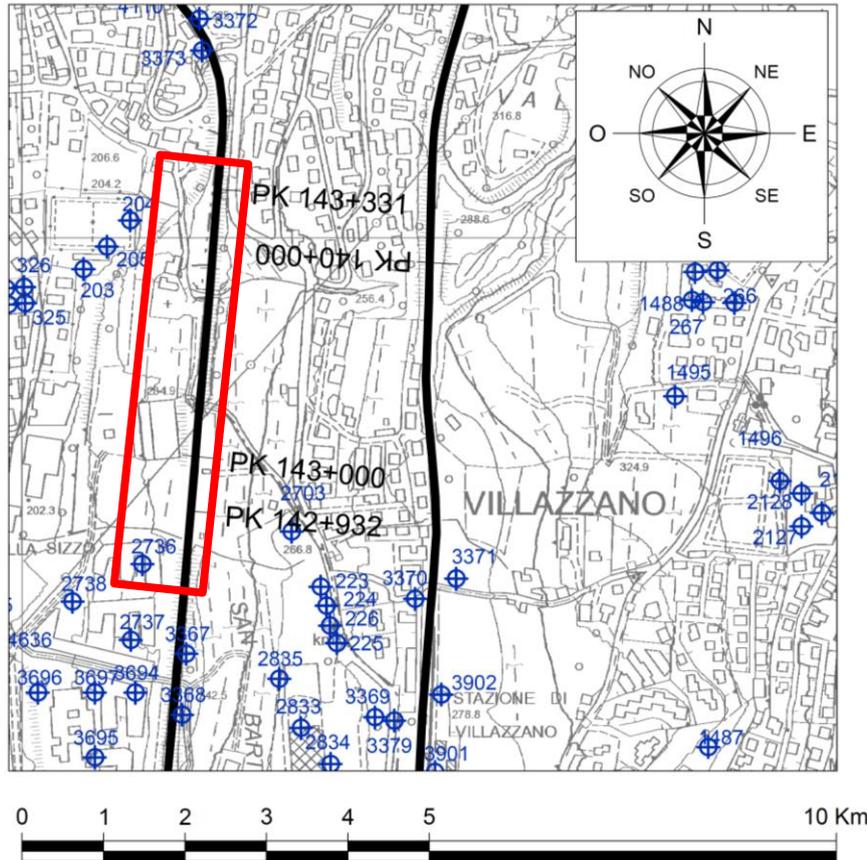
 Stop geologici e stazioni geomeccaniche

Indagini PD

-  S2 Sondaggi geonostici - Italferr 2022
-  HVSRI Indagini HVSRI - Italferr 2022
-  Indagini con metodo MASW - Italferr 2022
-  Stop geologici e stazioni geomeccaniche 2021-2022



INQUADRAMENTO N°7 – ABBASSAMENTO DEL PIANO FERRO - DA KM 142+932 A KM 143+331.1



LEGENDA

Indagini bibliografiche

- ⊕ 250 Sondaggi geognostici - Database Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento
- ⊕ 243 Sondaggi geognostici - Scalo Filzi
- ⊕ B1 Sondaggi geognostici - Italferr Lott3 accesso sud galleria di base del Brennero

Indagini PFTE

- ⊕ S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2021
- ▲ HVSR Indagini HVSR - Italferr 2021
- SEV Sondaggio elettrico verticale - Italferr 2021
- Indagini con metodo della resistività elettrica - Italferr 2021
- Indagini con metodo MASW - Italferr 2021
- Stop geologici e stazioni geomeccaniche

Indagini PD

- ⊕ S2 Sondaggi geognostici - Italferr 2022
- ▲ HVSR Indagini HVSR - Italferr 2022
- Indagini con metodo MASW - Italferr 2022
- Stop geologici e stazioni geomeccaniche 2021-2022

