



Ente di decentramento
regionale di
TRIESTE



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

Ente di Decentramento Regionale di Trieste Palazzo Galatti - Piazza Vittorio Veneto, n. 4
- 34132 TRIESTE - Telefono: +39 37727200 - PEC: edr.trieste@certregione.fvg.it
Codice Fiscale: 90161460325

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA S.R. TS N. 19 "DI GROPADA" PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Variante n. 19 al P.R.G.C. di Trieste

Relazione geologica

COMMITTENTE:

Ente di decentramento regionale di Trieste
Area Servizi Tecnici – U.O.C. Viabilita'

SERVIZIO TECNICO
P.O. SVILUPPO DEL TERRITORIO
Il Responsabile di P.O. e R.U.P.
dott. arch. Carolina BORRUSO

IL GEOLOGO INCARICATO:

dott. geol. Bruno GREGO

IL PROGETTISTA

dott. ing. Federico OLIVOTTI

Data: 30 giugno 2025

Disciplinare d'incarico EDR di Trieste
Servizi di ingegneria e architettura
prot. n. 00044490/P
data 21/08/2024
CUP: C97H13001460003
CIG: B2B83BE001

INDICE GENERALE

1	PREMESSA.....	3
2	GEOLOGIA GENERALE DELL'AREA.....	5
3	INFORMAZIONI DAL CATASTO DELLE GROGTE DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA.....	11
4	INFORMAZIONI DAL PGRA E DAL PAI.....	13
5	DATABASE DELLE FAGLIE ATTIVE REGIONALI, CON I DATI PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE FVG DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE.....	13
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	14
7	STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI TRIESTE, CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	19
8	PUNTI DI INDAGINE DELLA CARTA GEOLOGICO TECNICA (CGT) PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE FVG DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE.....	20
9	CENSIMENTO REGIONALE DEI SINKHOLE PUBBLICATO NEL DATABASE NAZIONALE DEI SINKHOLE SUL SITO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – ISPRA OVVERO SUL SITO ISTITUZIONALE DELLA REGIONE FVG.....	20
10	GEOSITI PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE.....	21
11	CATASTO FRANE E OPERE DI DIFESA PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE.....	21
12	INDAGINE PENETROMETRICA.....	21
13	STIMA DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E DELLA ROCCIA CALCAREA DI SUBSTRATO.....	22
14	CONSIDERAZIONI IN MERITO AL DEFLUSSO DELLE ACQUE METEORICHE LUNGO LA VIABILITÀ DI ACCESSO ALLA LOCALITÀ DI GROGADA.....	24
15	PARERE DI COMPATIBILITÀ.....	25

Allegato 1 – Grafici penetrometrici ed elaborazioni

Allegato 2 – Pianta con evidenza delle prove penetrometriche eseguite e sezioni geologiche

1 PREMESSA

La presente relazione geologica riguarda la proposta di Variante urbanistica n. 19 al P.R.G.C. del Comune di Trieste, in ordine al progetto di "**Riqualificazione della S.R. TS n. 19 di Gropada**".

Il progetto richiamato riguarda nel complesso la sistemazione di alcuni tratti di muri di sostegno crollati o instabili con allargamento e la realizzazione di un sistema di raccolta e smaltimento al suolo di acque meteoriche.

Il progetto di variante urbanistica al quale si rimanda per i necessari approfondimenti è redatto dalla Studio Cappella di Gorizia.

Lo studio geologico di seguito descritto inquadra il modello geologico di riferimento dell'area direttamente interessata dall'intervento, per individuare le eventuali criticità che siano incompatibili con la proposta di intervento, sulla base di quanto previsto dall'art. 16 della L.R. n. 16 del 11.08.2009 e s.m.i. al fine di esprimere il previsto parere di compatibilità geologica volto alla verifica della compatibilità del progetto di variante con le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche, sismiche del territorio interessato.

La presente relazione è redatta sulla base delle recenti *Linee guida concernenti i contenuti dello studio geologico* che accompagna la proposta di variante urbanistica al P.R.G.C. ai fini del rilascio del parere di compatibilità da parte del Servizio Geologico della Direzione centrale Difesa dell'Ambiente Energia e Sviluppo sostenibile.

Il programma di lavoro ha previsto alcuni sopralluoghi per accertare sulla base delle evidenze morfologiche in area di intervento ed in quella vasta la natura del substrato litico del terreno sul quale insistono in particolare i due tratti stradali oggetto di ricostruzione dei muri di sostegno, in funzione della verifica dei rispettivi piani di appoggio fondazionale.

Sono state inoltre verificate le zone ove è prevista la realizzazione dei sistemi di raccolta e smaltimento al suolo delle acque meteoriche provenienti dalla carreggiata stradale.

L'indagine si è avvalsa inoltre dei risultati di quattro test penetrometrici eseguiti allo scopo di verificare la profondità della roccia calcarea di substrato in corrispondenza della fascia basale dei tratti di muro sulle parti di terreno oggetto di variante urbanistica.

Le informazioni di base sono state ottenute dalla Carta Geologico Tecnica regionale (CGT) a cura della Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici – Servizio Geologico, secondo le tre elaborazioni cartografiche prodotte.¹

Sono state inoltre acquisite le informazioni provenienti dalle seguenti fonti:

1. *Carta Geologica del Carso Classico tratta dalla Carta geologica di sintesi alla scala 1:10.000 – Progetto GEO – CGT, a cura del Dipartimento di Matematica e Geoscienze*

¹ La cartografia è reperibile all'indirizzo: www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVFG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali.

dott. geol. Bruno Grego

dell'Università degli Studi di Trieste, per conto della RaFVG, 2009 e relative note illustrative, 2013, scala 1:50.000²;

2. P.R.G.C. Variante Generale del Comune di Trieste: Relazione geologica - Carta geomorfologica e dell'idrografia superficiale, Carta della litologia superficiale, Carta della zonizzazione geologico tecnica di massima del territorio, aggiornamento 27.06.2013., dott. geol. B. Grego, dott. geol. Paolo Marsich, dott. geol. Giovanni Pietro Pinzani (27.06.2013);
3. Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) 2021 – 2027 – Sistema informativo per la gestione ed il monitoraggio delle informazioni e dei procedimenti ambientali della direttiva alluvioni (SIGMA);
4. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse Regionale – Carte della pericolosità e del rischio geologico;
5. Servizi *on-line* del Catasto Speleologico Regionale, RaFVG, Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile - Servizio geologico;
6. Mappa classificazione sismica al 31 dicembre 2022 per comuni (OCDM 20/03/2003 n.3274);
7. Mappa della pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
8. Database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
9. Mappa dal catalogo ITHACA (Italy Hazard from Capable faults – ISPRA);
10. Database delle faglie attive regionali, con i dati pubblicati sul sito della Regione FVG dal Servizio geologico regionale nei limiti di quanto indicato nelle linee guida;
11. Studio di microzonazione sismica del Comune di Trieste, Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), marzo 2016;
12. Punti di indagine della Carta geologico tecnica (CGT) pubblicati sul sito della Regione FVGG dal Servizio geologico regionale;
13. Censimento regionale dei sinkhole pubblicato nel Database Nazionale dei Sinkhole sul sito del Servizio Geologico d'Italia – ISPRA ovvero sul sito istituzionale della Regione FVG;
14. Aree e acquiferi carsici pubblicati sul sito della Regione dal Servizio geologico regionale;
15. Geositi pubblicati sul sito della Regione dal Servizio geologico regionale;

² Particolare tratto dalla carta geologica di sintesi alla scala 1:10.000 – Progetto GEO – CGT, a cura del Dipartimento di Matematica e Geoscienza dell'Università degli Studi di Trieste, per incarico della Regione FVG.

16. Catasto frane e opere di difesa pubblicati sul sito della Regione dal Servizio geologico regionale;
17. Zonazione sismica pubblicata sul sito della Regione FVG.

2 GEOLOGIA GENERALE DELL'AREA

L'area di studio sorge su terreno carsico, morfologicamente privo di indizi che ne segnalino eventuali modifiche, non si apprezzano tracce di evidenti scavi di sbancamento, non riporti recenti o antichi, eccetto le modificazioni provocate dalla costruzione della sede stradale e dei muri di sostegno della stessa.

Il terreno sul quale si sviluppa la parte di arteria stradale di interesse appartiene ad un leggero declivio che dall'abitato di Gropada digrada in direzione di Padriciano, esso appartiene al versante meridionale del M. dei Pini (Q. 475 m s.l.m.m.) la cui cima è situata a nord di Gropada.

Il tratto stradale è delimitato a nord e a sud da due depressioni doliniformi, la prima di maggiori dimensioni, sul fianco settentrionale della quale si sviluppa parte dell'abitato di Gropada, la seconda, di dimensioni più ridotte, in corrispondenza della proprietà di civ. 124, ove in occasione dei maggiori piovvaschi dirigono parte delle acque provenienti dalla sede stradale.

Gli impianti del sistema di raccolta e smaltimento al suolo delle acque meteoriche saranno posizionati rispettivamente sul fianco meridionale della depressione doliniforme di maggiori dimensioni e sul fianco occidentale di quella minore.

Il carsismo in zona vasta è ben sviluppato, l'evoluzione morfologica dell'area carsica è da mettere in relazione con il substrato litico costituito dalla formazione dei Calcari di Aurisina, da cui deriva una morfologia carsica del tipo a "strati e *blocchi*", che secondo la classificazione proposta da Cucchi e Forti (1982)³ è contraddistinto da affioramenti litoidi continui con testate di strato e blocchi elevati, presenza costante di tutti i fenomeni di dissoluzione superficiale, scarse le grize, frequenti le doline ad "imbuto" e a "fondo piatto" e bordo esterno accidentato.

Il locale litotipo calcareo che contraddistingue la Formazione di Aurisina raggruppa tutti i tipi litologici di età Cretacica superiore.

Secondo la suddivisione proposta dallo Stache (1889)⁴ la Formazione di Aurisina comprende:

- Calcare superiore di Aurisina;
- Zona intercalare di calcare nero lamellare;
- Calcare inferiore di Aurisina;

3 Cucchi F. - Forti F. - Esempio di "Carta della carsificabilità epigea" di un'area del Carso Triestino, estratto da: Atti del II° Simposio Internazionale sulla "Utilizzazione delle aree carsiche", Bari - Castellana Grotte, 20 - 22 maggio 1982, in Geologia Applicata e Idrogeologia, volume XVII - 1982.

4 Stache G. (1889) - Die Liburnische Stufe und deren Grenz - Horizonte. Eine studie uber die Schichtenfolgen der Cretacisch - Eocänen oder Protocänen Landbildungsperiode im bereiche der Küstenländer von Östereich-Ungern. - Abhl. K.K. Reichanst, 113, Alfred Hölder, Wien, 170 pp.

dott. geol. Bruno Grego

- Calcarea Radiolitica principale.

Nel caso di specie il substrato è costituito da calcari potentemente stratificati con ritmi metrici e plurimetrici, giunti rappresentati da suture negli orizzonti fossiliferi e da veli pelitici nei calcari poveri di fossili, rocce compatte, mediamente fratturate, con fratture frequentemente beanti, poco alterate in superficie, intensamente carsificate in corrispondenza del livello più superficiale, fino ad una profondità media di 1.0 – 1.5 m immediatamente al di sotto dell'esile copertura copertura superficiale di alterazione.

Il suolo più superficiale nella successione stratigrafica naturale è costituito da un'esile copertura di *terra rossa*, prodotto insolubile del processo carsico di dissoluzione, un'argilla da plastica a molto plastica ricca di idrossidi di Fe – Al.

Tale livello presenta spessori generalmente di qualche decina di centimetri, raramente supera i 50 cm, a parte presso il fondo delle depressioni doliniformi ove l'accumulo di terra rossa può raggiungere spessori dell'ordine di più metri.

La disposizione stratigrafica evidenzia una giacitura media di 300°/12° valori coerenti con la posizione del terreno di interesse nella fascia meridionale dell'anticlinale carsica.

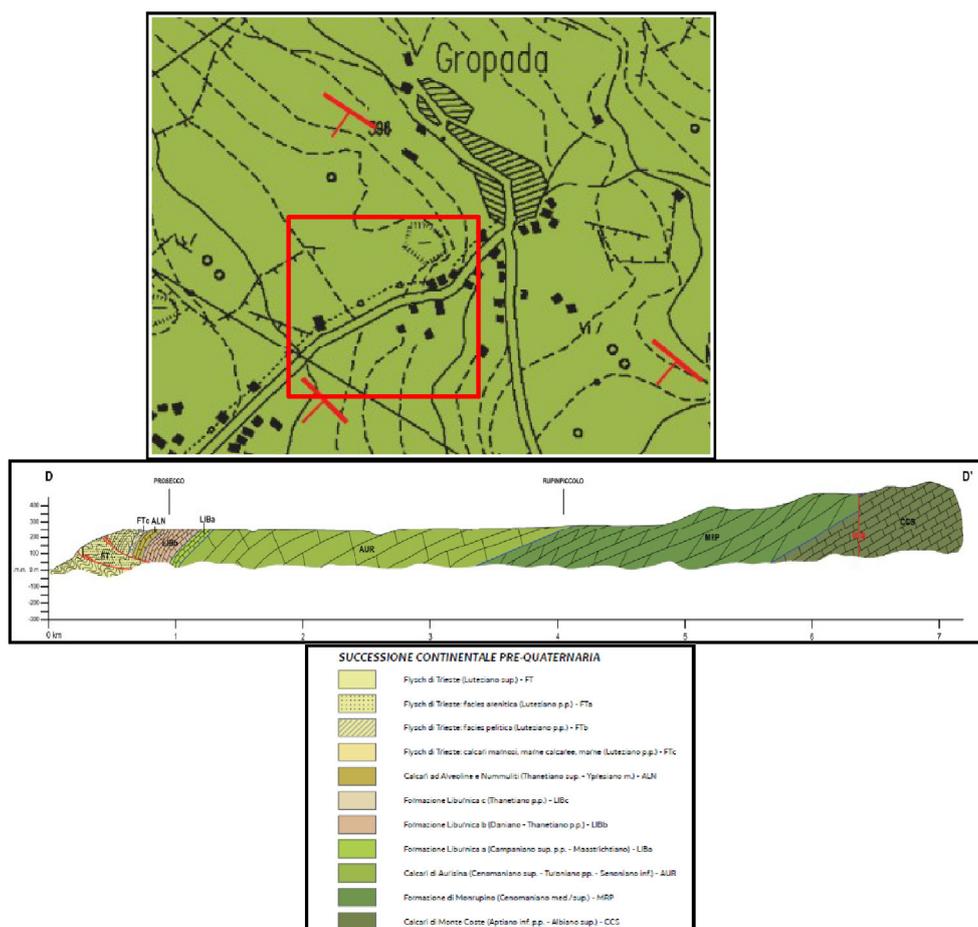


Immagine 1. Estratto Carta geologica del Carso classico (non in scala) (CUCCHI et altri, 1987). Evidenziata in rosso l'area di interesse

La sezione geologica riportata nell'immagine 1 non corrisponde ad una traccia che si sviluppa nella zona di interesse.

Essa infatti copre il territorio compreso tra le località di Rupinpiccolo e Prosecco.

E' la sezione geologica che meglio rappresenta dal punto di vista stratigrafico, secondo la Carta geologica del Carso classico ivi rappresentata, la disposizione delle diverse formazioni litologiche, così come risulta dalla ricostruzione stratigrafica dell'anticlinale carsica.

Può essere pertanto ritenuta rappresentativa anche dell'area in argomento.

La cartografia geologica del P.R.G.C. in vigore dal 2013 inserisce l'area vasta in una zona caratterizzata da litologie calcaree, buone le caratteristiche geomeccaniche, non evidenze geologiche di rilievo che possano interferire negativamente con le ipotesi di variante in progetto.

Si evidenzia che compaiono vaste plaghe distribuite sul territorio a macchia di leopardo, caratterizzate da accumuli rilevabili di terre rosse, gli stessi non interferiscono con i tratti di muro da ricostruire nè con la posizione degli impianti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche oggetto della variante.

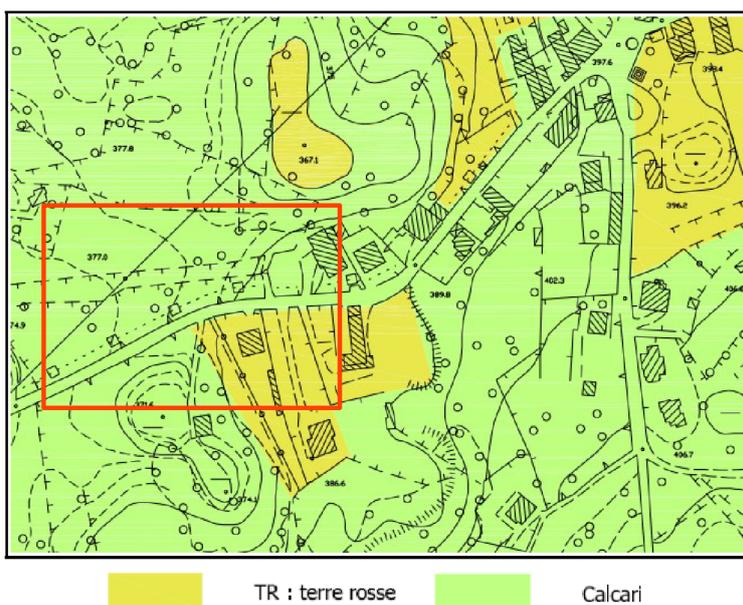


Immagine 2. Estratto dalla carta geolitologica del P.R.G.C. vigente. Nel riquadro rosso l'area di studio.

La Carta della zonizzazione geologico di tecnica per questa parte di territorio indica che i tratti di asse stradale interessati dagli interventi di ricostruzione dei muri di sostegno e degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche appartengono ad una classe geologica denominata ZG7.

Le norme di piano per tale classe litologica precisano:

In questa classe rientrano le litologie calcaree che caratterizzano il territorio comunale nell'ambito dell'altipiano carsico. Questo litotipo è caratterizzato generalmente dalle seguenti problematiche geologiche:

- *la presenza di cavità carsiche non registrate al Catasto Grotte della RaFVG;*
- *le doline mascherate da copertura antropica;*
- *fenomeni di carsismo a banchi o a strati e blocchi, di rilevanza ambientale, mascherati talvolta da copertura antropica;*
- *fratture beanti o riempite da materiale autoctono o alloctono di larghezza anche superiore al metro;*
- *depositi di Terra Rossa non noti.*

I risultati dell'indagine geologica qui sviluppata dimostrano che le problematiche sopra enunciate non interferiscono con gli interventi in progetto.

Le aree rientranti nella classe ZG7 sono edificabili nel rispetto delle norme tecniche attuative del P.R.G.C.

La relazione qui presentata possiede i requisiti richiesti dalle norme geologiche di P.R.G.C. con particolare riferimento agli aspetti legati al carsismo epigeo ed ipogeo, depressioni doliniformi e cavità carsiche.

Le tavole cartografiche che compongono la *Carta geologica tecnica* (CGT) a cura della Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici – Servizio Geologico, aggiornate al 30.06.2008, forniscono le informazioni di seguito illustrate:

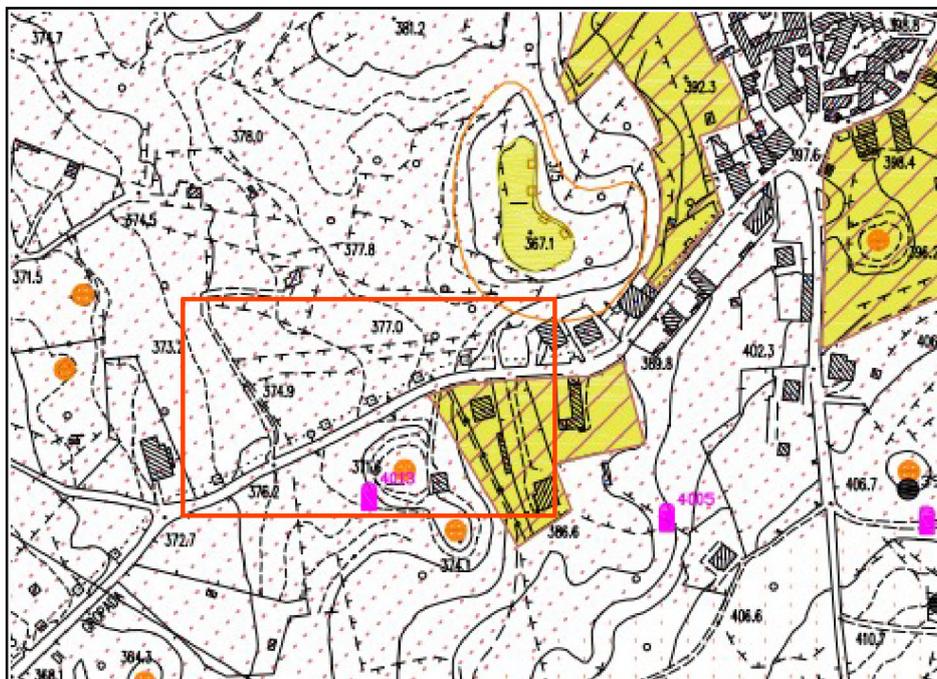




Immagine 3. Estratto dalla Carta idrogeologica, delle aree dissestate e geomorfologica applicata della CGT - Carta geologico tecnica della RaFVG (non in scala). Nel riquadro rosso l'area di studio.

Come evidenziato nella carta sopra esposta il tipo di carsismo che caratterizza l'area vasta all'intorno dei tratti di muro stradale da ricostruire e degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche sono evidenziati da un carsismo di "tipo a testate/grize/campi solcati – fenomeni che denotano un grado di sviluppo carsico generalmente evoluto.

La carta evidenzia le aree ove maggiore risulta la presenza della terra rossa residuale del fenomeno di dissoluzione del processo carsico.

Esse non interferiscono con le parti di territorio interessate dalla variante urbanistica.

Nei tratti stradali d'interesse e nelle parti di depressioni doliniformi interessate dagli impianti di smaltimento acque meteoriche non risulta una copertura di spessore significativo di terra rossa.

La carta segnala la presenza di una cavità carsica presso la dolina lambita dal tratto stradale ove è previsto l'intervento lato sinistro di ricostruzione del muro crollato e ove sarà realizzato uno degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche.

Lo sviluppo ipogeo della cavità come riferito in seguito non interferisce con le opere interessate dalla variante urbanistica.

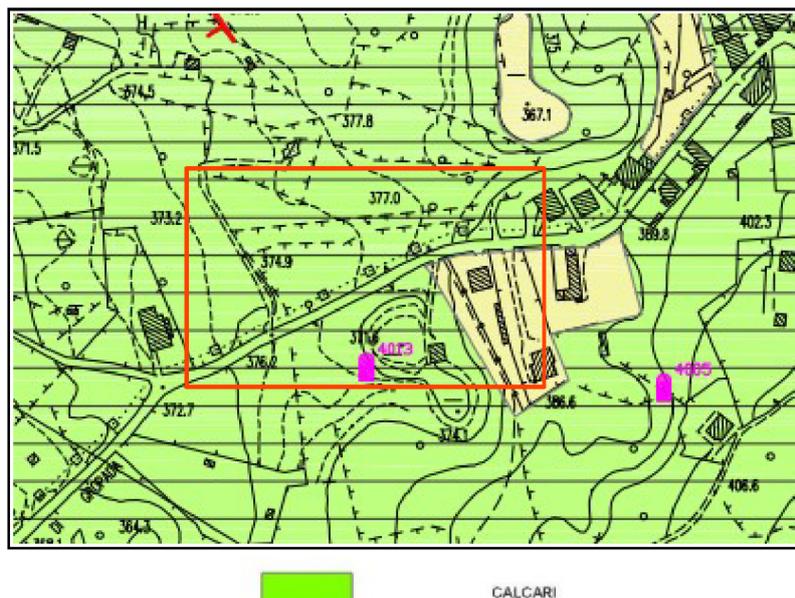


Immagine 4. Estratto dalla Carta litostratigrafica (formazionale), dell'intensità della suddivisione della massa rocciose e strutturale della CGT - Carta geologico tecnica della RaFVG. Nel riquadro rosso l'area di studio.

Come evidenziato nella *Carta litostratigrafica (formazionale)*, dell'intensità della suddivisione della massa rocciosa e strutturale, l'area d'interesse si sviluppa su substrato caratterizzato da calcari, che presentano una suddivisione della massa rocciosa di potenza da decimetrica a metrica.

Si evidenzia che sulla carta risultano alcuni affioramenti nel vasto intorno all'area di interesse, sono indicate giaciture aventi direzione tra 326° e 280° ed inclinazioni variabili in un range di valori compresi tra 12° e 16° .

Si assume pertanto una disposizione stratigrafica di $300^\circ/12^\circ$ coerentemente con la posizione centrale dell'anticlinale carsica.

La disposizione giaciturale della stratificazione non ha rilevanza nel presente intervento in quanto non sono previsti scavi di sbancamento di entità significativa che diano origine a pareti di scavo che comportino potenziali instabilità.

Le informazioni riportate nella *Carta litostratigrafica del sottosuolo*, dell'intensità della suddivisione della massa rocciosa e strutturale e delle caratteristiche geomeccaniche e geotecniche non apportano ulteriori informazioni riguardo alla litologia di substrato d'interesse, viene pertanto omessa l'analisi di tale elaborato.

3 INFORMAZIONI DAL CATASTO DELLE GROTTI DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Come evidenziato nella mappa del Catasto Grotte della RaFVG, nei pressi del muro crollato da ricostruire e di uno degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche, ad una distanza di circa 50 m in linea d'aria dal paramento murario, sul fondo della dolina di minori dimensioni che fiancheggia la SR TS n. 19 di Gropada, risulta l'ingresso di una cavità registrata.

Trattasi del Pozzo del Cane (112/161 VG) profondo in origine circa 47 m, in parte ostruito attorno al 1939 con il pietrame che formava un muro demolito.

Il pozzo ha uno sviluppo verticale, un'unica diramazione a metà altezza conduce ad una cameretta sormontata da un piccolo camino.

Dalla descrizione delle cavità risulta che non erano state individuate ulteriori diramazioni anche se non era stato possibile escludere tale evenienza.

Lo sviluppo ipogeo della grotta non interferisce con l'arteria stradale né ragionevolmente con uno degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche.

Dalla scheda del rilievo risulterebbe che l'ingresso non sia più individuabile.

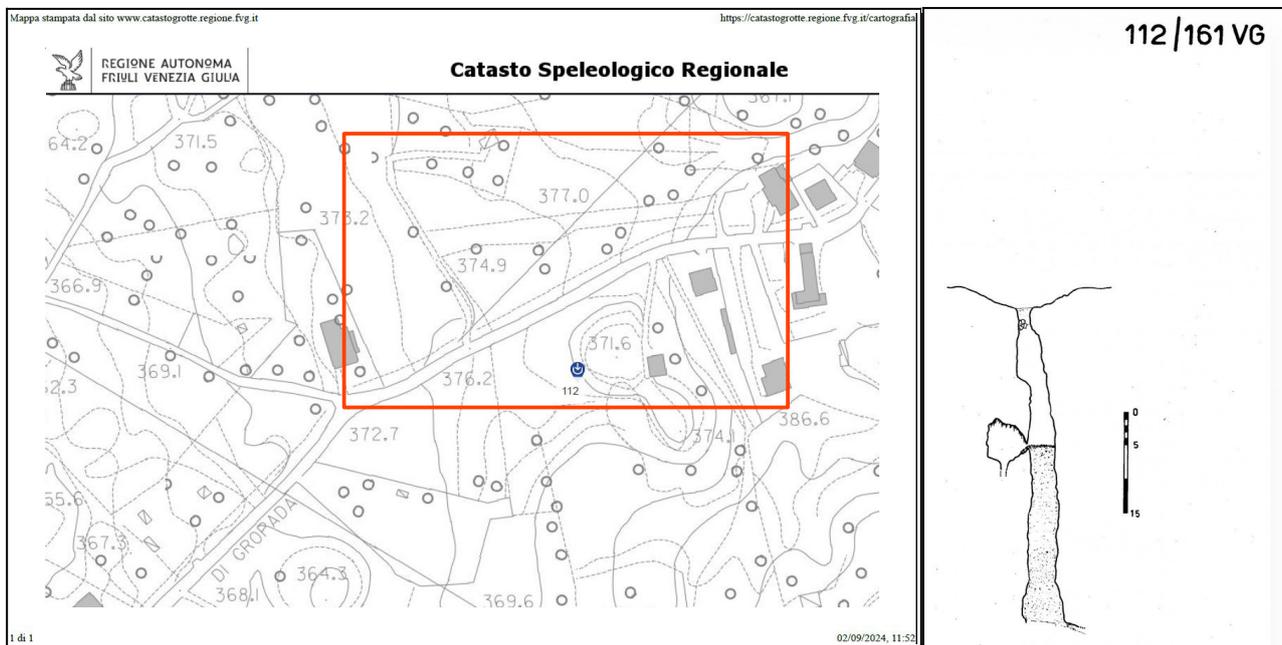


Immagine 5. Estratto dal Catasto Grotte della RaFVG. Nel riquadro rosso l'area di studio.

CATASTO SPELEOLOGICO REGIONALE

[← Torna ai risultati](#)

112 | POZZO DEL cane

Breve descrizione del percorso d'accesso

L'ingresso della grotta, ora chiuso e nemmeno più visibile, si apriva sul fianco meridionale di un'ampia dolina coltivata, posta a destra della strada che da Padriciano porta a Gropada, subito prima della prima casa del paese.

Descrizione dei vani interni della cavità

La cavità è nota soprattutto per il fatto singolare verificatosi nel corso della prima esplorazione. Al momento della scoperta l'ingresso era costituito da un foro impraticabile che venne allargato con alcune mine: nella discesa effettuata subito dopo si ebbe la sorpresa di trovare sul fondo un cane vivo, probabilmente giunto da un passaggio, impraticabile dall'uomo, esistente a livello dei detriti, che portava a qualche altro imbocco.

Attorno al 1939 vennero scaricate nella grotta le pietre di un muro a secco che divideva due proprietà, colmando il pozzo fino alla profondità di circa venti metri, mentre nel periodo bellico l'ingresso fu ostruito, forse per occultare le salme di alcuni infoibati.

Nel 1958 il Gruppo Escursionisti Speleologi Triestini (GEST) iniziò lo svuotamento del pozzo, rinvenendo qualche resto umano.

Sul fianco del pozzo, poi, gli speleologi del GEST aprirono una fessura alta un paio di metri e larga, nel punto massimo raggiunto, una trentina di centimetri, che porta ad una cameretta sormontata da un piccolo camino e forata al suolo da un paio di pozzetti non discesi.

Immagine 6. La descrizione della cavità a cura di Pino Guidi e Mario Bussani (1958)

Nel corso della presente indagine si è proceduto ad una attenta verifica in loco allo scopo di individuare l'ingresso di tale cavità.

Sul fianco occidentale della depressione doliniforme, ove la mappa del Catasto Grotte della RaFVG, indicherebbe l'ingresso di tale cavità, risulta una piccola conoide di accumulo di terra rossa formatasi negli anni per disgregazione e dilavamento del tratto di pendio interessato dal perimetro esterno della depressione morfologica.

E' attendibile ritenere che l'ingresso di tale cavità sia ivi sepolto.

4 INFORMAZIONI DAL PGRA E DAL PAI

L'area non rientra tra quelle individuate come pericolose dal PGRA (Piano Gestione del Rischio Alluvioni) in vigore dal 2021.

L'area non rientra tra quelle perimetrate dal PAI (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del Territorio) per la presenza di fenomeni franosi reali o potenziali.

5 DATABASE DELLE FAGLIE ATTIVE REGIONALI, CON I DATI PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE FVG DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE

La Carta delle Faglie Attive, rappresentata nell'allegato C alla banca dati delle Faglie Attive della RaFVG, evidenzia che il sito oggetto della variante in progetto non è interessato da tali fenomeni.

Nella rappresentazione cartografica risulta evidenziato il grande sovrascorrimento, detto anche flessura, associabile ad un'attività dinamica Quaternaria indeterminata, che si sviluppa con direzione dinarica da SE a NW, dal M.Stena alla pianura alluvionale isontina, all'altezza di Palmanova, marcando ove visibile il contatto tra il fianco occidentale dell'anticlinale carsica caratterizzata da rocce carbonatiche calcaree e calcareo dolomitiche e le più recenti litologie Eoceniche flyschoidi che cingono la base meridionale della anticlinale stessa.



Immagine 7. Tratta dalla Carta delle Faglie Attive, rappresentata nell'allegato C alla banca dati delle Faglie Attive della RaFVG. Gropada è la località di riferimento.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Ai fini sismici il territorio in esame ricade, sulla base dell'OPCM 3519/2006, operativa con Delibera della Giunta regionale n. 845/2010, in una zona sismica di terzo livello a bassa sismicità. La categoria di opera prevista in progetto non è compresa nell'elenco degli edifici ed opere di interesse strategico o rilevanti ai sensi del decreto n. 0164/Pres. del 1989, come modificato con il decreto n. 0176/Pres. del 27 luglio 2011.

Il database DISS (Database of Individual Sismogenic Sources) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia riporta una sorgente sismogenetica composta che interessa, marginalmente, il territorio del Comune di Trieste.

La sorgente sismogenetica è denominata " Northern Trieste Gulf" con ID: ITCS100; si sviluppa ad una profondità compresa tra 10 e 1 km in direzione N320-N350, è capace di uno scorrimento annuo compreso tra 0,03 e 0,27 mm e di generare eventi sismici di magnitudo 6.9 [Mw].

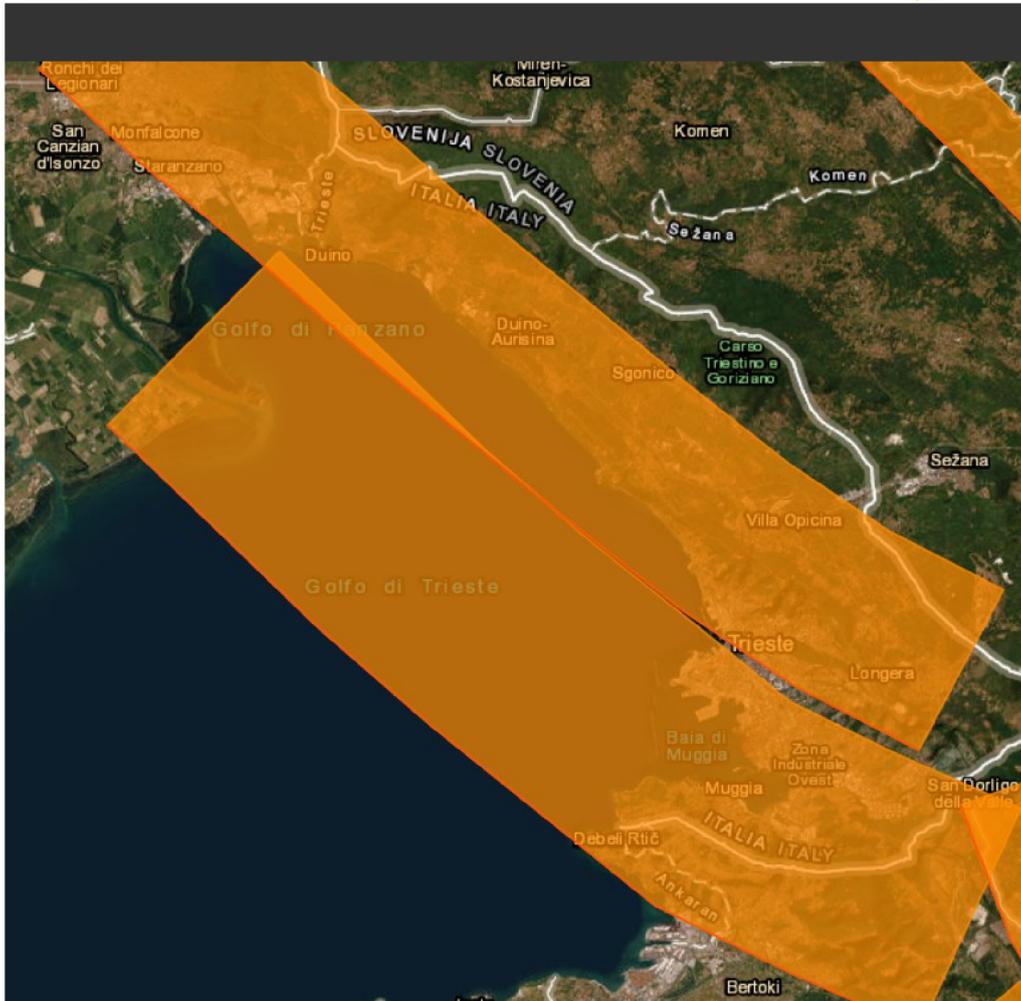


Immagine 8. Estratto dal database DISS – in arancione mappatura on-line delle sorgenti sismogenetiche.

Il catalogo ITHACA riporta per il territorio di interesse una faglia capace che si sviluppa a NW dell'area di interesse.

Per faglia capace si intende una faglia sulla quale, in corrispondenza di eventi sismici importanti (in generale $M_w > 6$), si potrebbero verificare degli spostamenti propagati fino alla superficie.

Essa è denominata S. Bartolomeo – Trieste, ha codice 77501, è di tipo primario e si sviluppa, con direzione NE-SO (average strike 40°), per una lunghezza complessiva stimata in 16.6 km.

Per questa faglia, avente cinematica normale, viene stimato che l'ultima attività di deformazione tettonica si sia manifestata, genericamente, nel Pleistocene.



Immagine 9. Estratto dal catalogo delle faglie capaci ITHACA – in rosso la mappatura della faglia, denominata S.Bartolomeo - Trieste - codice 77501.

Il terreno di fondazione dell'opera prevista, per le sue caratteristiche litologiche appartiene ad una **categoria di suolo di classe A** (D.M. 17/01/2018) – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S,eq}$ superiori a 800 m/s, comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 metri.*

Gli affioramenti litici in loco, che dimostrano la natura calcarea del substrato e le prove penetrometriche eseguite, che hanno accertato la modesta profondità della roccia dal piano campagna e l'assenza di rilevanti spessori di terra rossa residuale, consentono di ritenere del tutto superflue le prove geofisiche previste dalle NTC/2018.

L'area d'intervento rientra in una **categoria topografica T1**, superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$, valore del coefficiente di amplificazione topografica $St=1$.⁵

Le condizioni locali permettono di escludere che i terreni in esame in caso di evento sismico possano subire fenomeni di liquefazione, in quanto non sono presenti sabbie con caratteristiche granulometriche tipiche da renderle vulnerabili a tale fenomeno, assenza di falda freatica (p.to 7.11.3.4.2 delle NTC/2018).

⁵ Le Norme tecniche sulle costruzioni (NTC/2018) considerano un coefficiente di amplificazione topografica pari all'unità (condizione di non amplificazione nel caso di evento sismico) per pendio con inclinazioni medie fino a 15° . L'inclinazione è misurata dalla base del pendio o rilievo alla sua sommità o cresta. Nel caso in esame la topografia dell'area è semipianeggiante.

Si riportano di seguito i parametri ed i coefficienti sismici del sito in funzione dei tratti di muro da ricostruire:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC/2018 per muro rigido

Coordinate area d'intervento: Longitudine 13.846862°; Latitudine 45.663834°

Punti della maglia: 1) ID11660, 2) ID11661, 3) ID11883, 4) ID11882

Vita nominale $V_N=50$ anni, classe d'uso III

Valori dei parametri sismici di sito

"Stato limite"	Tr (anni)	ag (g)	Fo	T*c
Operatività (SLO)	45	0,045	2,504	0,229
Danno (SLD)	75	0,060	2,525	0,251
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,162	2,465	0,310
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,207	2,517	0,322

Immagine 10. Parametri sismici del sito

I coefficienti sismici:

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
SLO	1,000	1,000	1,000	0,045	0,023	0,444	1,000
SLD	1,000	1,000	1,000	0,060	0,030	0,588	1,000
SLV	1,000	1,000	1,000	0,162	0,081	1,593	1,000
SLC	1,000	1,000	1,000	0,207	0,104	2,031	1,000

Immagine 11. Calcolo dei coefficienti Ss e Cc

In base ai dati contenuti nel *Database Macrosismico italiano 2015* (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>), curato e distribuito dall' INGV, è stato possibile ricostruire la storia sismica per il territorio in esame. Il database macrosismico riferisce complessivamente di cinquantaquattro eventi risentiti nel territorio del Comune di Trieste (Tabella 1).

Di questi, quasi tutti presentano epicentro in aree relativamente lontane da quella in esame, a parte l'evento ubicato in Carso nel 1964, con stima dell'intensità epicentrale relativamente alta, di 6 - 7 gradi MCS.

Gli eventi registrati nel catalogo coprono un periodo abbastanza lungo, la prima stima si riferisce ad un evento del 1511, con un intensità al sito (I_s) stimata in 8 – 9 gradi della scala MCS, la più alta in assoluto tra quelle riportate.

Il terremoto del Friuli del 15.09.1976, con un intensità epicentrale (I_o) pari a 8 - 9 gradi della scala MCS, si pone tra quelli che hanno determinato nell'ambito del territorio del Comune di Trieste valori di intensità al sito (I_s) tra i più elevati, 7 gradi della scala MCS. Si noti che il terremoto del Friuli del 6/05/1976, con intensità epicentrale (I_o) maggiore di quella sopra riportata, 9 – 10

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA

S.R. TS N. 19 "DI GROPADÀ"

dott. geol. Bruno Grego

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Variante n. 19 al P.R.G.C. di Trieste

RELAZIONE GEOLOGICA

gradi della scala MCS, ha determinato un valore di intensità al sito (Is) minore nell'ambito del territorio del Comune di Trieste, di 6 gradi della scala MCS.

Tale diversità è da associare alla differente posizione ipocentrale dei due eventi sismici, diversamente collocati a seconda degli studi eseguiti.

Gli eventi, anche importanti come quello del Friuli del 1976, avvengono lungo le principali direttrici sismotettoniche conosciute, sia alpine che dinariche.

Is	Anno	Me	Gi	O	Min	S	AE	Io	Mw	Rt	Rt1
8-9	1511	03	26	14	40		Slovenia	9	6.51	CFTI	BOA997
7	1895	04	14	22	17		Slovenia	8	6.25	CFTI	BOA997
7	1926	01	01	18	04	03	Slovenia	7-8	5.71	CFTI	BOA997
7	1976	09	15	09	21	18	Friuli	8-9	5.92	CFTI	BOA997
6-7	1964	03	18	16	43		CARSO	6-7	4.97	DOM	GDTSP
6	1794	06	07				TRAMONTI	7-8	5.55	DOM	GDTUD
6	1873	06	29	03	58		Bellunese	9-10	6.33	CFTI	BOA997
6	1976	05	06	20			FRIULI	9-10	6.43	DOM	GDTSP
5	1776	04	24				BAKAR	6-7	5.03	DOM	GDTTS
5	1873	03	12	20	04		Marche meridionali	8	5.88	CFTI	BOA997
5	1909	01	13		45		BASSA PADANA	6-7	5.53	DOM	MEM987
5	1924	12	12	03	29		CARNIA	7	5.53	DOM	BAA990
5	1934	11	30	02	58	23	Adriatico		5.77	CFTI	BOA997
5	1936	10	18	03	10		BOSCO CANSIGLIO	9	5.90	DOM	BAA986
4-5	1812	10	25	07			SEQUALS	7-8	5.70	DOM	GDTUD
4-5	1845	12	21	20	40		Slovenia	5-6	4.72	CFTI	BOA997
4-5	1914	10	27	09	22		GARFAGNANA	7	5.79	DOM	MEA988
4-5	1956	01	31	02	25		VILLA DEL NEVOSO		5.10	DOM	GDTSP
4	1776	07	10				TRAMONTI	8-9	5.82	DOM	GDTUD
4	1781	04	04				FAENTINO	9	5.84	DOM	POS990
4	1928	03	27	08	32		CARNIA	8-9	5.75	DOM	BAA990
4	1934	06	08	03	16		CLAUT	6	5.07	DOM	GDTSP
4	1962	01	23	17	31		ADRIATICO	6-7	5.03	DOM	GDTSP
4	1972	10	25	21	56		PASSO CISA	5	4.95	DOM	MEA988
F	1810	12	25		45		NOVELLARA	7	5.28	DOM	ENL985
F	1879	06	22	04	15		TARCENTO	5-6	4.81	DOM	GDTRM
F	1895	06	10	01	47		VALDOBBIADENE	6-7	5.06	DOM	GDTRM
3-4	1897	07	15	05	57		Slovenia	6	5.13	CFTI	BOA997
3-4	1930	10	30	07	13		SENIGALLIA	9	5.94	DOM	MOM992
3-4	1963	08	09	06	05		FAENTINO	5-6	5.32	DOM	GDTSP
3	1786	12	25	01			Riminese	8	5.67	CFTI	BOA997
3	1859	01	20	07	55		COLLALTO	6-7	4.97	DOM	GDTUD
3	1881	01	24	16	04		Bolognese	6-7	5.14	CFTI	BOA997
3	1881	02	12				RUSSI	6-7	5.03	DOM	GDTSP
3	1931	12	25	11	41		TARCENTO	7	5.36	DOM	IAM978
3	1934	05	04	13	56		CARNIA	6	4.83	DOM	IAM978
3	1956	11	05	19	45		PALUZZA	6	5.13	DOM	GDTSP
3	1959	04	26	14	45		CARNIA	7-8	5.23	DOM	BAA990
2-3	1875	03	17	23	51		Romagna sud-orient.	8	5.74	CFTI	BOA997
2-3	1891	06	07	01	06	14	Valle d'Illassi	8-9	5.71	CFTI	BOA997
2-3	1908	07	10	02	13	35	Carnia	7-8	5.34	CFTI	BOA997
2-3	1935	06	05	11	48		FAENTINO	6	5.34	DOM	CAM994
2-3	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10	CFTI	BOA000

2	1943	07	24	01	44		VALDOBBIADENE	6-7	5.18	DOM	IAM978
RS	1937	12	15	21	25		CAPITANATA	5	4.72	DOM	GDTSP
RS	1943	03	25	15	40		OFFIDA	6	5.02	DOM	GDTSP
RS	1967	12	09	03	09		ADRIATICO MER.	6	4.83	DOM	ENL985
RS	1980	01	25		27		VAL VENOSTA	5-6	4.48	DOM	GDTMI
2 - 3	1983	11	09	16	29	52	PARMENSE	6 - 7	5.04		
4	1990	11	11	22	16	25	SLOVENIA OCCIDENTALE	5 - 6	4.59		
3	1992	02	21	20	50	32	COSTA CROATA SETT.	5 - 6	4.31		
2 - 3	1998	03	13	15	14	56	CARNIOLA INTERNA		4.25		
3	1998	08	31	02	32	05	SLOVENIA CENTRALE		4.31		
3 - 4	2004	07	12	13	04	06	SLOVENIA NORD OCCIDENTALE		5.12		

Tabella 1. Storia sismica di Trieste (TS). Osservazioni disponibili: 54ls: Intensità al sito (MCS), lo: Intensità epicentrale (MCS), Mw: Magnitudo momento. Informazioni tratte dai siti INGV: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>).

7 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI TRIESTE, CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La Carta delle microzone omogenee (MOPS) realizzata per il Comune di Trieste nel 2016, per le parti di territorio di interesse fornisce le seguenti informazioni:

- i tratti di muro da ricostruire ricadono nella loro totalità in zone stabili non suscettibili di amplificazione in caso di evento sismico;
- la gran parte delle aree che saranno occupate dagli impianti in progetto per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ricade in zone stabili non suscettibili di amplificazione in caso di evento sismico;
- la parte finale di detti impianti ricadono nell'ambito di "sinkole", più propriamente definibili doline come in uso nel territorio in esame secondo una terminologia da sempre adottata nello studio dei fenomeni carsici.

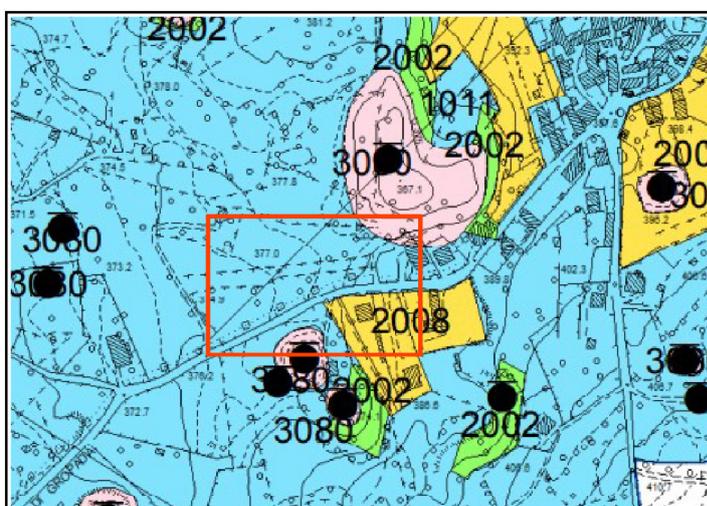




Immagine 12. Tratta dalla Carta delle microzone omogenee (MOPS). Nel riquadro rosso l'area di studio.

La posizione dei tratti terminali degli impianti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che interferiscono con i settori marginali delle depressioni doliniformi non determineranno a parere dello scrivente un aggravio nel campo dell'amplificazione del fenomeno nel caso di evento sismico che abbia ad incidere su dette opere.

8 PUNTI DI INDAGINE DELLA CARTA GEOLOGICO TECNICA (CGT) PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE FVG DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE

L'archivio delle indagini geognostiche del territorio regionale non riporta nell'area d'interesse alcuna informazione utile allo studio.

9 CENSIMENTO REGIONALE DEI SINKHOLE PUBBLICATO NEL DATABASE NAZIONALE DEI SINKHOLE SUL SITO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – ISPRA OVVERO SUL SITO ISTITUZIONALE DELLA REGIONE FVG

Riguardo ai sinkhole si è detto nel capitolo dedicato alle microzone in prospettiva sismica.

La morfologia carsica non avrà influenza sulla capacità degli impianti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in progetto, sia dal punto di vista dell'amplificazione in caso di evento sismico per l'accertata presenza del substrato litico calcareo a modesta profondità dal piano campagna, sia quale possibile rallentamento del drenaggio delle acque meteoriche per la presenza di terra rossa, che nel caso in esame è di spessore del tutto insignificante.

L'assorbimento delle acque meteoriche sarà "in grande" per fratture e diaclasi come normalmente avviene in un territorio carsico con un livello di carsismo ben sviluppato quale è quello in esame.

10 GEOSITI PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE

L'archivio dei geositi del territorio regionale non riporta nell'area d'interesse alcuna informazione utile allo studio.

11 CATASTO FRANE E OPERE DI DIFESA PUBBLICATI SUL SITO DELLA REGIONE DAL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE

Il catasto delle frane e dei dissesti idrogeologici non segnala nell'area alcuna attività dinamica di versante né fenomeni di disequilibrio che possano interferire direttamente con la variante in progetto e con le previsioni progettuali conseguenti.

12 INDAGINE PENETROMETRICA

Allo scopo di accertare la profondità della roccia di substrato, essendo nota la sua composizione per le evidenze cartografiche della CGT (Carta geologico tecnica della RFVG) e della carta geolitologica del PRGC vigente, nonché per definire la successione stratigrafica dei livelli di terreno ad essa sovrastanti, determinando i principali valori caratteristici dei parametri geomeccanici, sono stati eseguiti quattro test penetrometrici dinamico leggeri, in posizione tale da consentire la ricostruzione di due sezioni geologiche che potessero con attendibilità rappresentare il modello geologica dell'area.

I test penetrometrici dinamico leggeri sono stati realizzati utilizzando un penetrometro modello SUNDA DL 030, con massa battente da 30 Kg, corsa di 20 cm e punta conica da 10 cm².

I risultati delle prove sono riportati in **allegato 1** alla presente relazione. I punti di indagine sono ste georeferenziati e la documentazione è allegata alla presente relazione.

I grafici penetrometrici esprimono il numero di colpi necessari a far progredire il sistema di infissione di 10 cm alla volta, dati dai quali si sono potute ricavare le caratteristiche geomeccaniche dei livelli di terreno attraversati, secondo le correlazioni valide per le SPT (standard penetration test), di definire quindi l'angolo d'attrito (ϕ) o in alternativa la coesione non drenata (Cu).

A questo proposito si precisa che il tipo di prova geognostica consente di acquisire le informazioni dei valori caratteristici dei parametri geomeccanici operando alternativamente con un modello esclusivamente incoerente (ghiaie, sabbie e sabbie limose) o coesivo (limi, limi sabbiosi e argille).

Il modello assunto è ovunque di tipo incoerente, il materiale attraversato è terra rossa di origine naturale con inclusi litici calcarei.

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati di prova è: Soft'n Rock, versione Dynamica DPM 2.0.1. concesso in licenza allo scrivente, atto a determinare i valori caratteristici dei parametri geomeccanici e per la ricostruzione stratigrafica dei livelli attraversati dalle prove.

Le quattro prove sono state realizzate a monte e a valle dell'arteria stradale, due in corrispondenza del tratto di muro indicato come "intervento lato destro", due in corrispondenza del tratto di muro indicato come "intervento lato sinistro".

Le verticali penetrometriche PNT1 e PNT2 realizzate circa alla base del muro dell'intervento lato destro intercettano entrambe la roccia calcarea alla profondità di 40 cm. A tale profondità l'apparato di infissione del penetrometro segnala "rifiuto"⁶ la prova è stata interrotta per l'intercettazione della roccia di substrato.

Le verticali penetrometriche PNT3 e PNT4 realizzate circa alla base del muro crollato dell'intervento lato sinistro, a distanza di circa 2 m dalla posizione ove sorgeva il paramento murario, intercettano entrambe la roccia calcarea a modesta profondità dal piano campagna, in PNT3 a 30 cm, in PNT4 a 50 cm.

Non si ritiene plausibile che le prove penetrometriche eseguite abbiano intercettato ovunque dei trovanti, evenienza che falserebbe i risultati delle prove e quindi la ricostruzione del locale modello geologico dell'area.

Durante le operazioni di recupero dell' asta del penetrometro non risultavano evidenze di interferenza idrica.

Per la determinazione di ϕ (angolo di attrito) per l'unico livello di terreno attraversato dalla prova è stata utilizzata la formula di Meyerhof per terreni prevalentemente granulari con una composizione coesiva > 5%.

Lo spessore del terreno è irrilevante ai fini delle verifiche di calcolo geotecnico, si presume inoltre che lo strato originario di terra rossa al di sotto del piano di appoggio fondazionale dei muri esistenti sia stato asportato in occasione della loro costruzione.

Gli stessi poggeranno direttamente sulla roccia calcarea che costituirà il sedime di appoggio fondazionale.

13 STIMA DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E DELLA ROCCIA CALCAREA DI SUBSTRATO

In relazione alle caratteristiche dell'ammasso roccioso si assumono valori bibliografici comunemente utilizzati in cantieri analoghi a quello in esame in presenza di modelli geolitologici del tutto simili a quanto risultante dalle verifiche operate nella presente indagine.

⁶ Rifiuto corrisponde per prassi ad un numero di colpi dell'apparato di infissione > 100 per approfondimento < 10 cm.

Il complesso di appoggio fondazionale sarà costituito nella parte di interesse ai fini ingegneristici da una compagine rocciosa decompressa, classificabile secondo Bieniawski (1989) come "discreta" avente i seguenti valori caratteristici dei parametri geomeccanici:

PROPRIETA'	VALORI BIBLIOGRAFICI	VALORI CARATTERISTICI
Peso di volume γ_A (KN/m ³)	26 - 27	24
Compressione uniassiale con sclerometro da roccia tipo L (MPa)	49 - 60	50
Rock Quality Designation (Indice RQD %)	0 - 40	25
Angolo di attrito φ_A (°)	36 - 46	40
Coesione efficace C'_A (KPa)	300 - 400	100

I valori esposti per i parametri geomeccanici del substrato roccioso sono valori operativi basati sul giudizio, sulla base di una stima ragionata e cautelativa delle informazioni disponibili, delle risultanze delle indagini in sito e prove sull'ammasso roccioso e delle pregresse esperienze in zone vicine su terreni analoghi.

La reale natura e le caratteristiche dei terreni dovranno essere verificate nella fase di progettazione esecutiva e all'apertura degli scavi e di conseguenza i valori dei parametri geotecnici dovranno essere confermati o adeguati alle situazioni realmente riscontrate.

Per la variante al piano regolatore trattata nella presente relazione i valori espressi devono intendersi quale primo riferimento di inquadramento generale.

La presenza di acqua libera potrà determinare un deciso peggioramento delle caratteristiche geotecniche nei terreni caratterizzati da maggiore abbondanza di argilla, limo e sabbie fini. Gli effetti negativi potranno riguardare i terreni sciolti di copertura ma anche l'ammasso roccioso dove siano presenti eventuali riempimenti argillosi – limosi – sabbiosi nelle discontinuità in roccia. Queste considerazioni valgono sia per i terreni interferenti con eventuali vie di deflusso concentrato, sia per eventuali scavi aperti durante la realizzazione del progetto, ovvero terreni privati della copertura e non adeguatamente protetti dagli eventi meteorici.

Riguardo agli interventi di scavo, si raccomanda di prestare molta attenzione a qualsiasi eventuale presenza ipogea, che nel contesto esaminato non si ritiene possa ragionevolmente essere intercettata, operando eventualmente attraverso locale sbancamento "a mano" per consentire l'agevole esplorazione dell'eventuale ambiente ipogeo, che altrimenti sarebbe occluso dai detriti di scavo.

Al caso sarà cura della D.L. programmare le necessarie verifiche in loco, preferibilmente con l'ausilio di geologo, al fine di dimensionare l'ambiente ipogeo, di verificare l'eventuale interferenza dello stesso con i luoghi sotterranei esistenti, per individuare le migliori soluzioni atte a garantire il corretto appoggio fondazionale dell'opera muraria.

Eventuali anomalie strutturali nel modello geologico che si dovessero presentare in corso d'opera andranno affrontate e risolte avendo come primo riferimento la necessità di raggiungere con gli scavi il substrato litoide inalterato.

14 CONSIDERAZIONI IN MERITO AL DEFLUSSO DELLE ACQUE METEORICHE LUNGO LA VIABILITÀ DI ACCESSO ALLA LOCALITÀ DI GROPADA

La variante urbanistica in progetto ha quale scopo primario quello di consentire l'intervento di regimazione delle acque meteoriche che in occasione dei maggiori piovvaschi transitano lungo la S.R. TS n. 19 "di Gropada", permettendo la realizzazione del previsto sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche stesse in corrispondenza dei fianchi delle due principali doline che caratterizzano il territorio interessato.

La variante consentirà inoltre di operare un modesto allargamento lato strada in una zona urbanistica che al momento non lo consentirebbe, dando alla fine attuazione alla ricostruzione dei tratti di muro danneggiati dal dissesto idrogeologico che caratterizza questo tratto di arteria stradale.

La convergenza delle acque meteoriche nei due sistemi di raccolta posti al limite delle depressioni doliniformi ha il preciso scopo di indirizzare le acque lì dove naturalmente il territorio carsico le farebbe dirigere per la presenza delle depressioni, che altro non sono che la testimonianza sul territorio carsico delle parti di esso più favorevoli all'assorbimento delle acque.

Posizionare i sistemi di raccolta al margine delle depressioni deriva dalla precisa scelta di ridurre al minimo la possibilità di interferire con significativi spessori di terra rossa - in genere presenti al fondo delle doline - che contrasterebbero con la naturale predisposizione del substrato litico calcareo ad assorbire le acque per la intrinseca capacità di possedere una elevata permeabilità "in grande" per fratture e diaclasi.

Si ritiene pertanto del tutto superfluo in questa fase di approfondimento urbanistico un accertamento locale della permeabilità del substrato calcareo che con attendibile probabilità assorbirà i volumi idrici di acque provenienti dalla sede stradale.

In sede di esecuzione dei lavori sarà d'obbligo procedere alle necessarie verifiche per accertare in loco la reale capacità di assorbimento idrico del substrato direttamente interessato dalle opere in progetto

15 PARERE DI COMPATIBILITÀ

La presente indagine espone il modello geologico di riferimento dell'area interessata dalla variante urbanistica n. 19 al P.R.G.C. atta a consentire la sistemazione di alcuni tratti di muri di sostegno crollati o instabili con allargamento lungo la S.R. TS n. 19 di Gropada in Comune di Trieste e la realizzazione di un sistema di raccolta e smaltimento al suolo di acque meteoriche.

I sopralluoghi eseguiti, i test penetrometrici e le informazioni geologiche desunte dalla cartografie dei piani urbanistici comunali attuale e passati e quelle ottenute dalla cartografia geologica afferente la Carta geologico tecnica della RaFVG, hanno consentito di ricostruire le sezioni geologiche di riferimento, di discriminare le caratteristiche geomeccaniche del livello litoide di interesse ingegneristico, di escludere la presenza evidente di criticità che possano interferire con le ipotesi progettuali.

Le acque ruscellanti che divagano lungo la sede stradale in occasione dei maggiori piovoschi sono la principale causa dei dissesti ai paramenti murari, che in un caso risulta completamente collassato.

Da qui l'urgenza di operare per interrompere il locale dissesto idrogeologico per evitare ulteriori crolli delle opere di sostegno della sede stradale.

I risultati dei test penetrometrici evidenziano lo spessore della coltre di ricoprimento naturale in terra rossa residuale, che non supera mai i 50 cm.

I risultati dei test penetrometrici sono riportati in **allegato 1** alla presente relazione, i valori caratteristici dei parametri geomeccanici riferiti alla terra rossa non hanno significato ingegneristico in quanto il livello di terreno ha uno spessore esiguo e ragionevolmente lo stesso risulta asportato al di sotto dell'opera di sostegno esistente.

Le sezioni geologiche esposte in **allegato 2** rappresentano la sintesi del lavoro interpretativo.

Sono assenti cavità carsiche registrate al Catasto Grotte della RaFVG che per sviluppo ipogeo possano interferire con le opere in progetto. L'ingresso della cavità registrata al Catasto Grotte della RaFVG, denominata Pozzo del Cane, di numero catasto 112/161 VG, è distante circa 50 m dal muro crollato. Come da scheda del rilievo risulterebbe che l'ingresso ipogeo non sia più individuabile.

Le aree di intervento non rientrano tra le aree perimetrate e vincolate dal PAIR con differente grado di pericolosità, non sono altresì soggette a fenomeni alluvionali di cui al PGRA in vigore dal 2021.

Il sopralluogo effettuato in sito non ha individuato morfologie collegabili alla presenza di cavità carsiche, nè discontinuità strutturali di dimensioni tali da interferire con quelle che sono le ipotesi di progetto.

L'operare in area carsica e la consapevolezza che un fenomeno ipogeo e/o un'anomalia strutturale a livello di substrato possa talvolta venir efficacemente mascherato dalla copertura superficiale

dott. geol. Bruno Grego

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA
S.R. TS N. 19 "DI GROKADA"
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Variante n. 19 al P.R.G.C. di Trieste
RELAZIONE GEOLOGICA

di alterazione, impone l'obbligo di un rigoroso controllo di tutte le operazioni direttamente ed indirettamente collegate agli scavi per la ricostruzione delle opere murarie e per la realizzazione degli impianti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

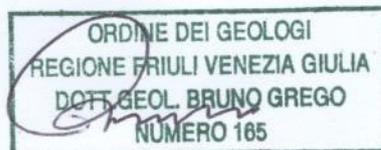
La qualità geomeccanica della roccia è buona.

Nella parte della relazione dedicata alla valutazione della categoria di sottosuolo e di quella topografica secondo le norme tecniche sulle costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, la presenza della roccia a livello di base fondazionale comporta una non amplificazione per fattori inerenti il tipo di sottosuolo in caso di evento sismico, l'assetto semipianeggiante del terreno determina l'assenza di amplificazione per fattori topografici.

Per quanto di competenza e sulla base degli elementi acquisiti dalla presente indagine geologica e dallo studio della documentazione cartografica di approfondimento delle diverse tematiche geologiche afferenti il territorio in esame si ritiene che la variante urbanistica proposta sia compatibile con le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e sismiche del territorio interessato.

Trieste, 30 giugno 2025

dott. geol. Bruno Grego



dott. geol. Bruno Grego

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA
S.R. TS N. 19 "DI GROPADA"
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Variante n. 19 al P.R.G.C. di Trieste
RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO 1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

GENERALITA'

Committente:	Ente di decentramento regionale di Trieste	Data:	27-8-2024
Cantiere:	Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno	Prof.tà prova:	50 cm
Località:	Gropada (Trieste)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Sunda DL 030
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste Data: 27-8-2024
 Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno Prof.tà prova: 50 cm
 Località: Gropada (Trieste) Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	3	19	12,03	1	<i>da 20 a 30</i>	5	18	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	5	22	20,04	1	<i>da 30 a 40</i>	7	21	28,06	1
					<i>da 40 a 50</i>	100	100	400,89	1

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste

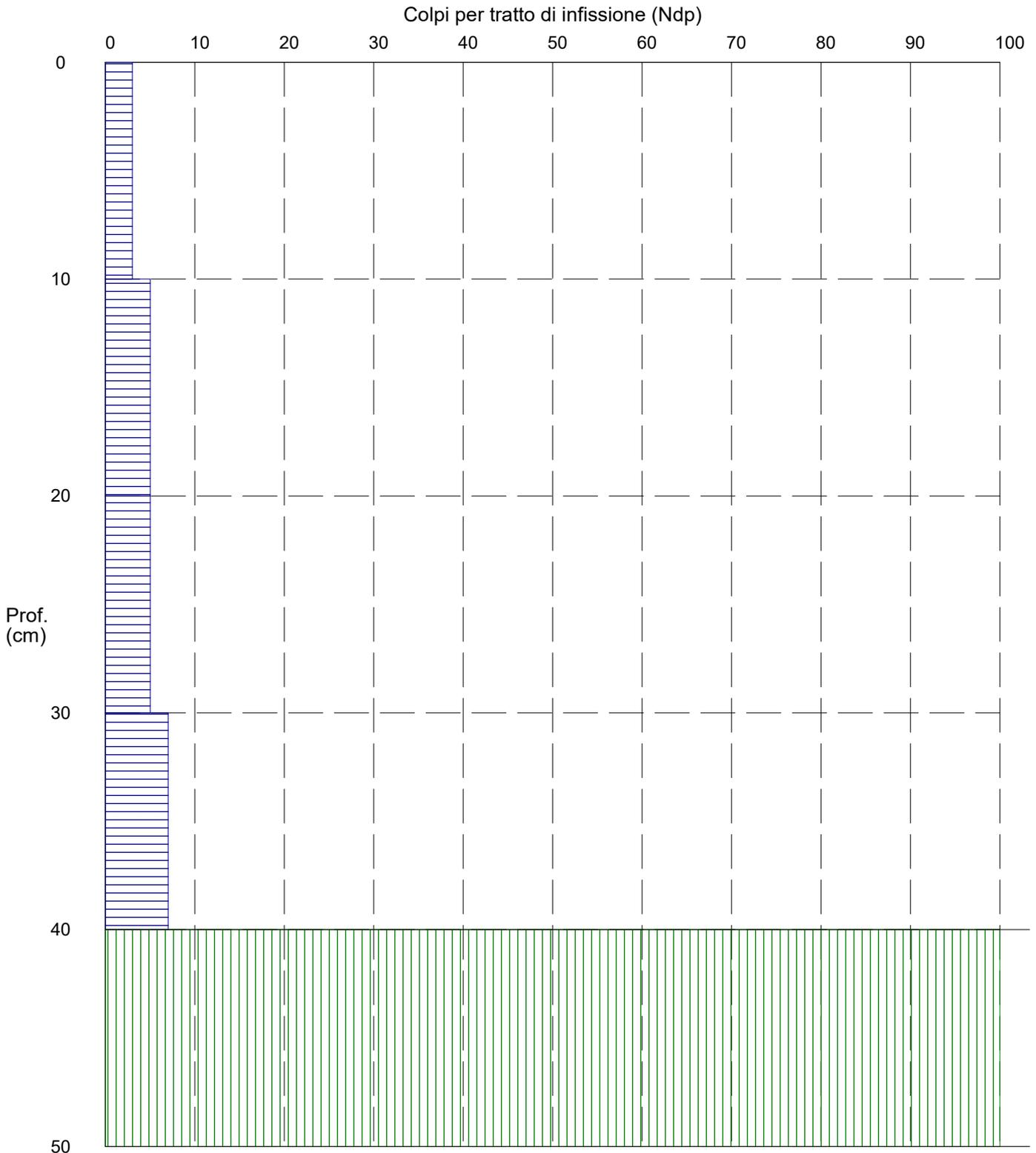
Data: 27-8-2024

Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno

Prof.tà prova: 50 cm

Località: Gropada (Trieste)

Prof.tà falda: Falda non rilevata



Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

GENERALITA'

Committente:	Ente di decentramento regionale di Trieste	Data:	27-8-2024
Cantiere:	Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno	Prof.tà prova:	50 cm
Località:	Gropada (Trieste)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Sunda DL 030
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste Data: 27-8-2024
 Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno Prof.tà prova: 50 cm
 Località: Gropada (Trieste) Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	0	0	0,00	1	<i>da 20 a 30</i>	5	19	20,04	1
<i>da 10 a 20</i>	2	9	8,02	1	<i>da 30 a 40</i>	9	29	36,08	1
					<i>da 40 a 50</i>	100	100	400,89	1

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste

Data: 27-8-2024

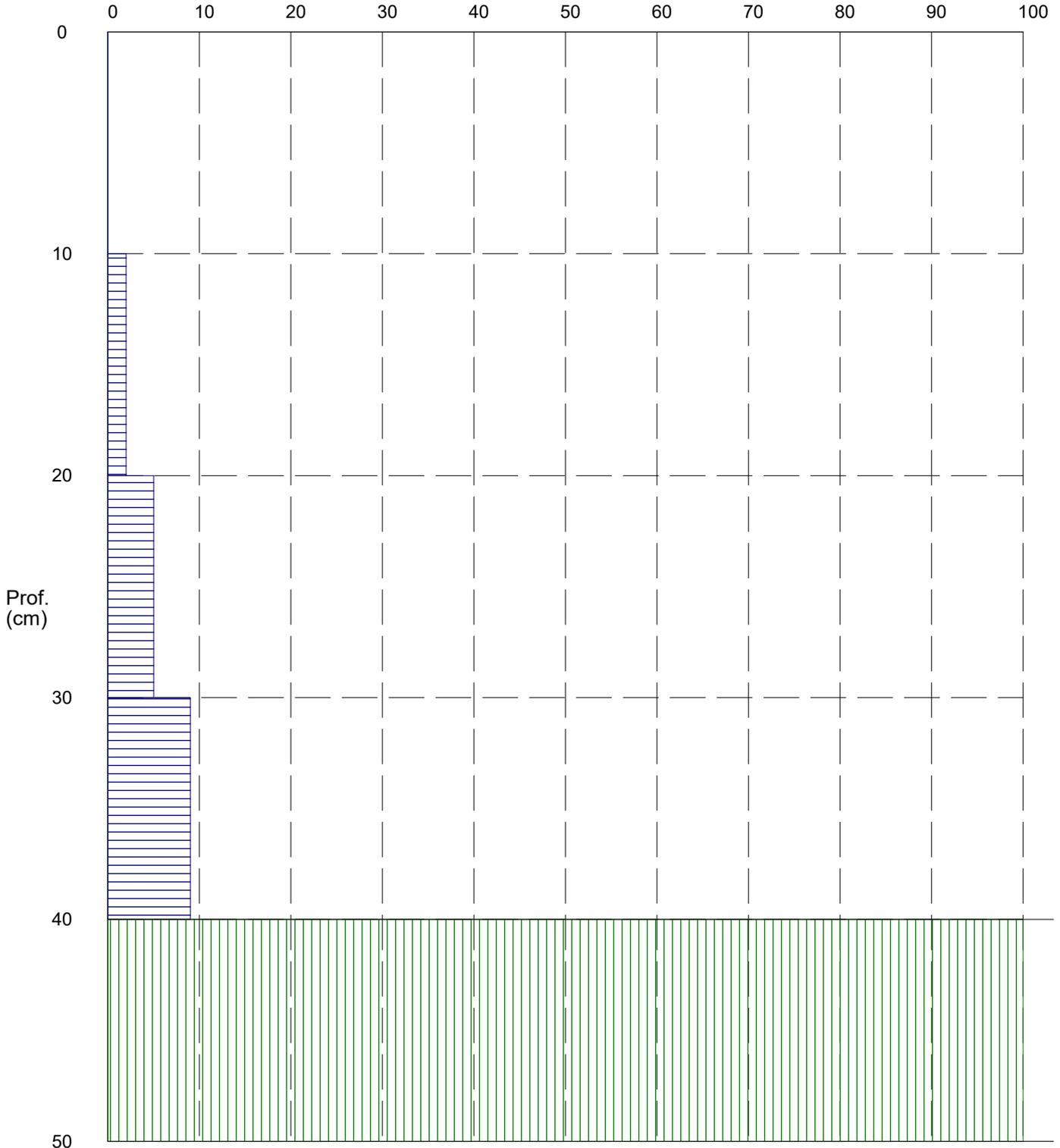
Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno

Prof.tà prova: 50 cm

Località: Gropada (Trieste)

Prof.tà falda: Falda non rilevata

Colpi per tratto di infissione (Ndp)



Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

GENERALITA'

Committente:	Ente di decentramento regionale di Trieste	Data:	27-8-2024
Cantiere:	Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno	Prof.tà prova:	40 cm
Località:	Gropada (Trieste)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Sunda DL 030
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste Data: 27-8-2024
 Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno Prof.tà prova: 40 cm
 Località: Gropada (Trieste) Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	3	19	12,03	1	<i>da 20 a 30</i>	7	25	28,06	1
<i>da 10 a 20</i>	2	9	8,02	1	<i>da 30 a 40</i>	100	100	400,89	1

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste

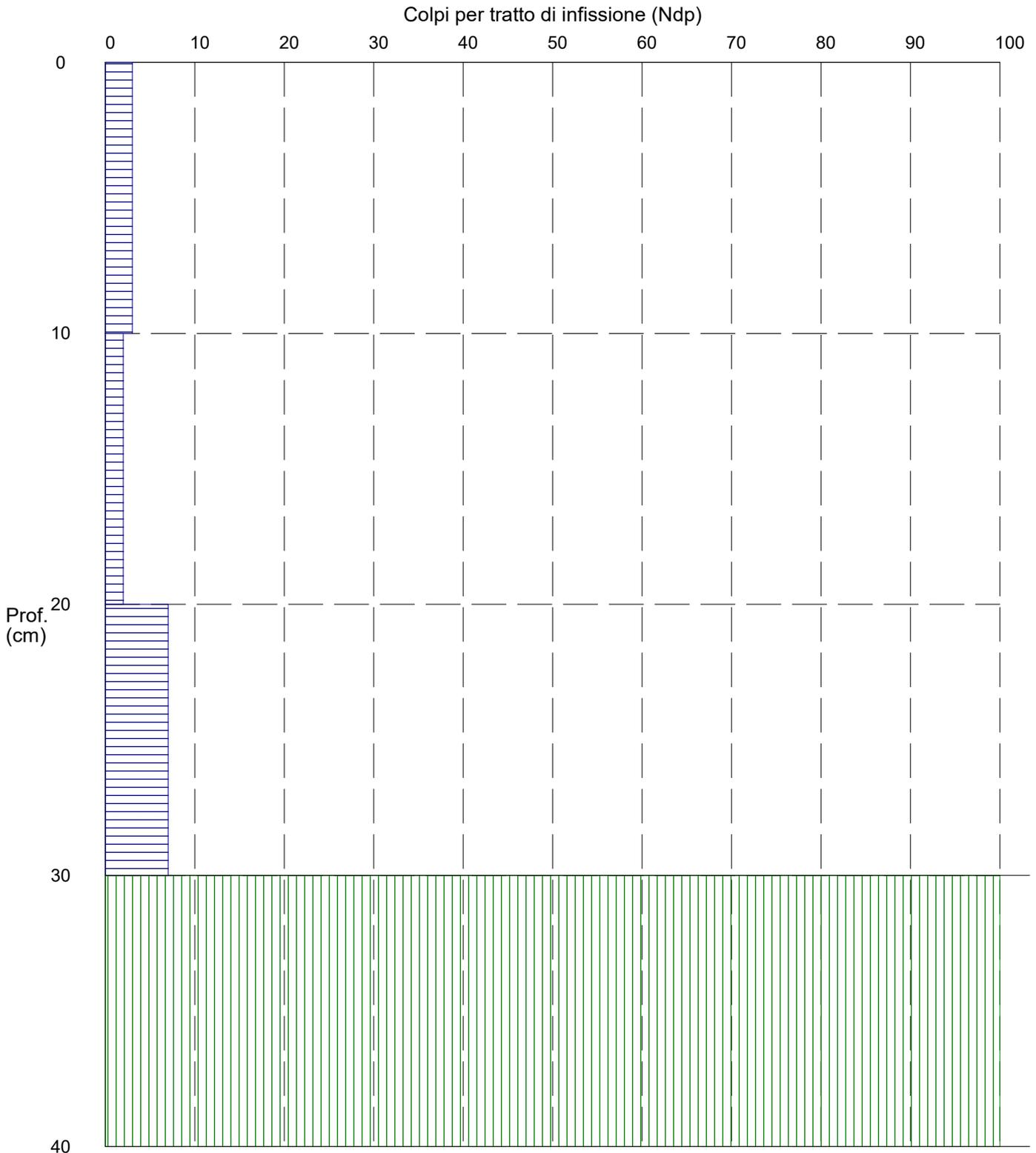
Data: 27-8-2024

Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno

Prof.tà prova: 40 cm

Località: Gropada (Trieste)

Prof.tà falda: Falda non rilevata



Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

GENERALITA'

Committente:	Ente di decentramento regionale di Trieste	Data:	27-8-2024
Cantiere:	Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno	Prof.tà prova:	60 cm
Località:	Gropada (Trieste)	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Sunda DL 030
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFSSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA R_{pd} (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = $10/N$ [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Strati incoerenti

Dr = Densità relativa [%]

ϕ = Angolo attrito interno [°]

y = Peso di volume [t/mc]

M = Modulo di deformazione drenato [kg/cmq]

E = Modulo di deformazione di Young [kg/cmq]

Go = Modulo di deformazione di taglio [t/mq]

Vs = Velocità onde sismiche [m/s]

Strati coesivi

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

y = Peso di volume [t/mc]

Ed = Modulo di deformazione non drenato [kg/cmq]

Go = Modulo dinamico di taglio [t/mq]

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3**Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste Data: 27-8-2024
 Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno Prof.tà prova: 60 cm
 Località: Gropada (Trieste) Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>aste</i>
<i>da 0 a 10</i>	0	0	0,00	1	<i>da 30 a 40</i>	4	13	16,04	1
<i>da 10 a 20</i>	0	0	0,00	1	<i>da 40 a 50</i>	15	44	60,13	1
<i>da 20 a 30</i>	5	20	20,04	1	<i>da 50 a 60</i>	100	100	400,89	1

Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

Grafico Ndp - Profondità

GENERALITA'

Committente: Ente di decentramento regionale di Trieste

Data: 27-8-2024

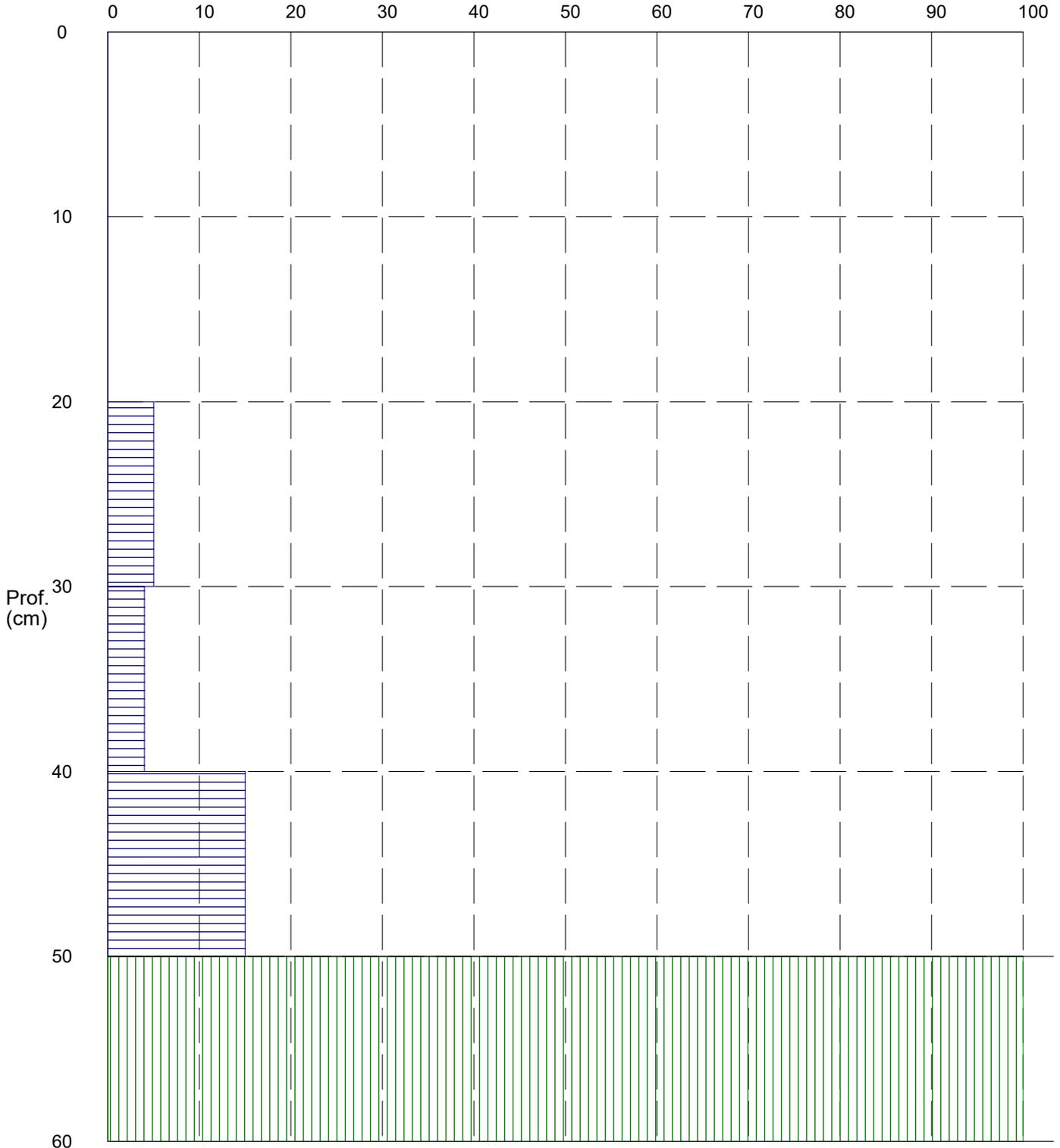
Cantiere: Intervento integrativo messa in sicurezza muro sostegno

Prof.tà prova: 60 cm

Località: Gropada (Trieste)

Prof.tà falda: Falda non rilevata

Colpi per tratto di infissione (Ndp)



Dott. Geol. Bruno Grego

Viale Miramare, 181 - 34136 Trieste - Tel. 040 410479 E-mail: gregogeo@gmail.com

dott. geol. Bruno Grego

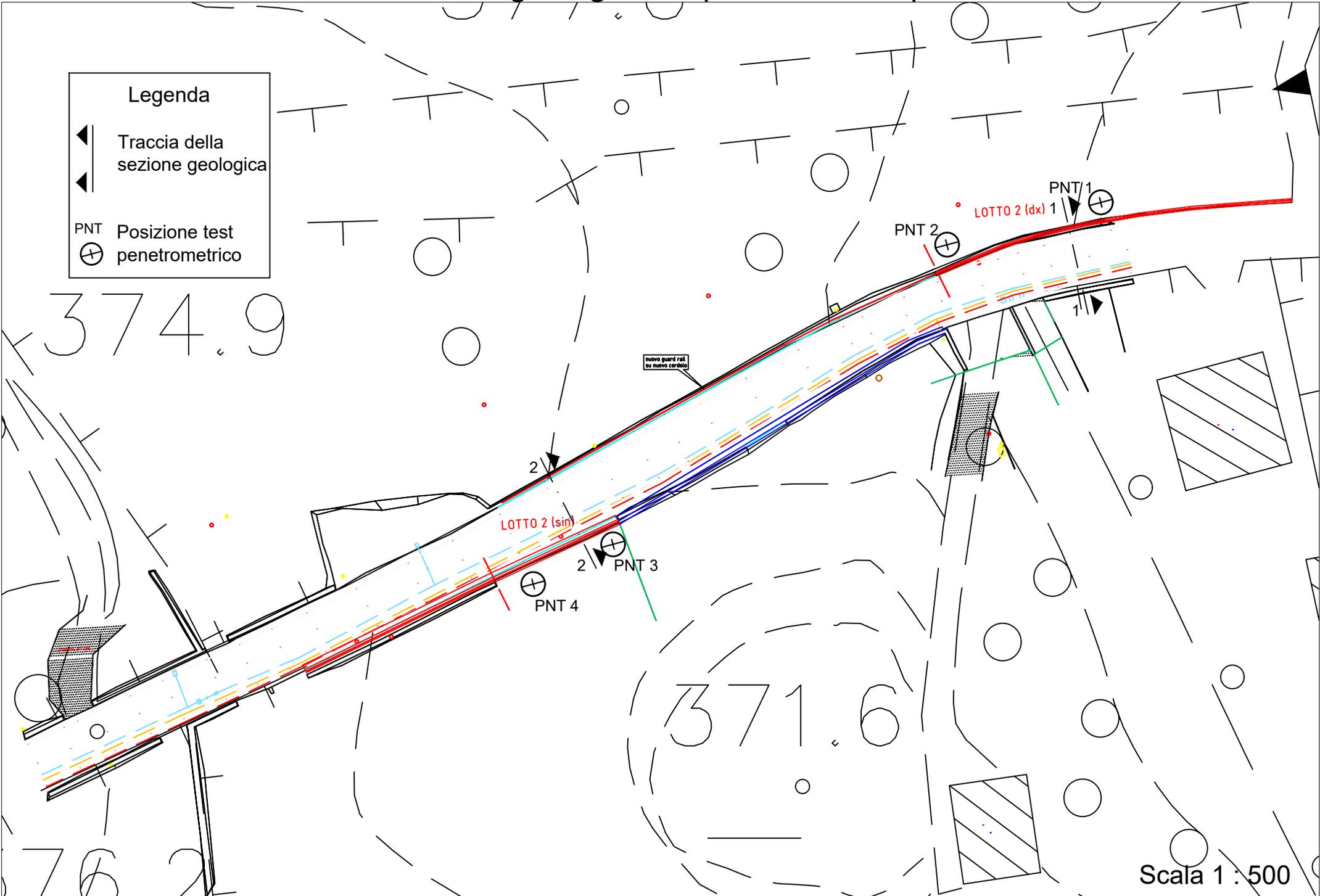
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA
S.R. TS N. 19 "DI GROPADA"
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Variante n. 19 al P.R.G.C. di Trieste
RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO 2

Traccia delle sezioni geologiche e posizione test penetrometrici

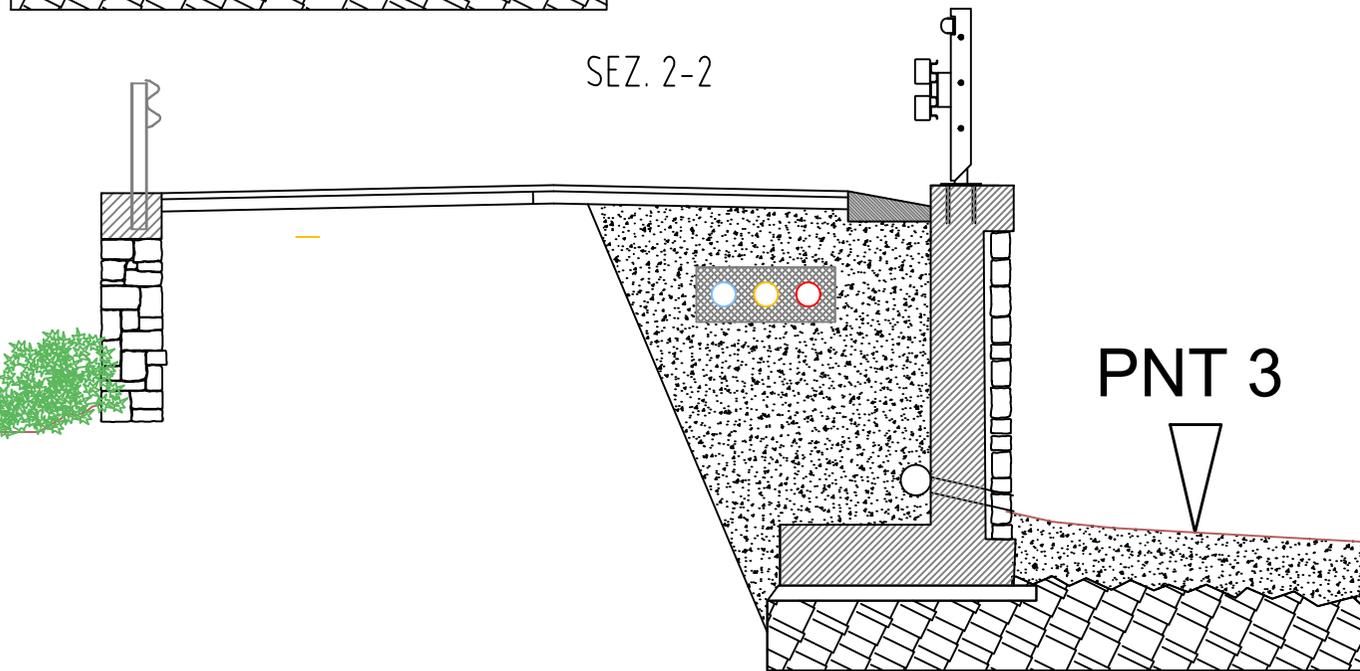
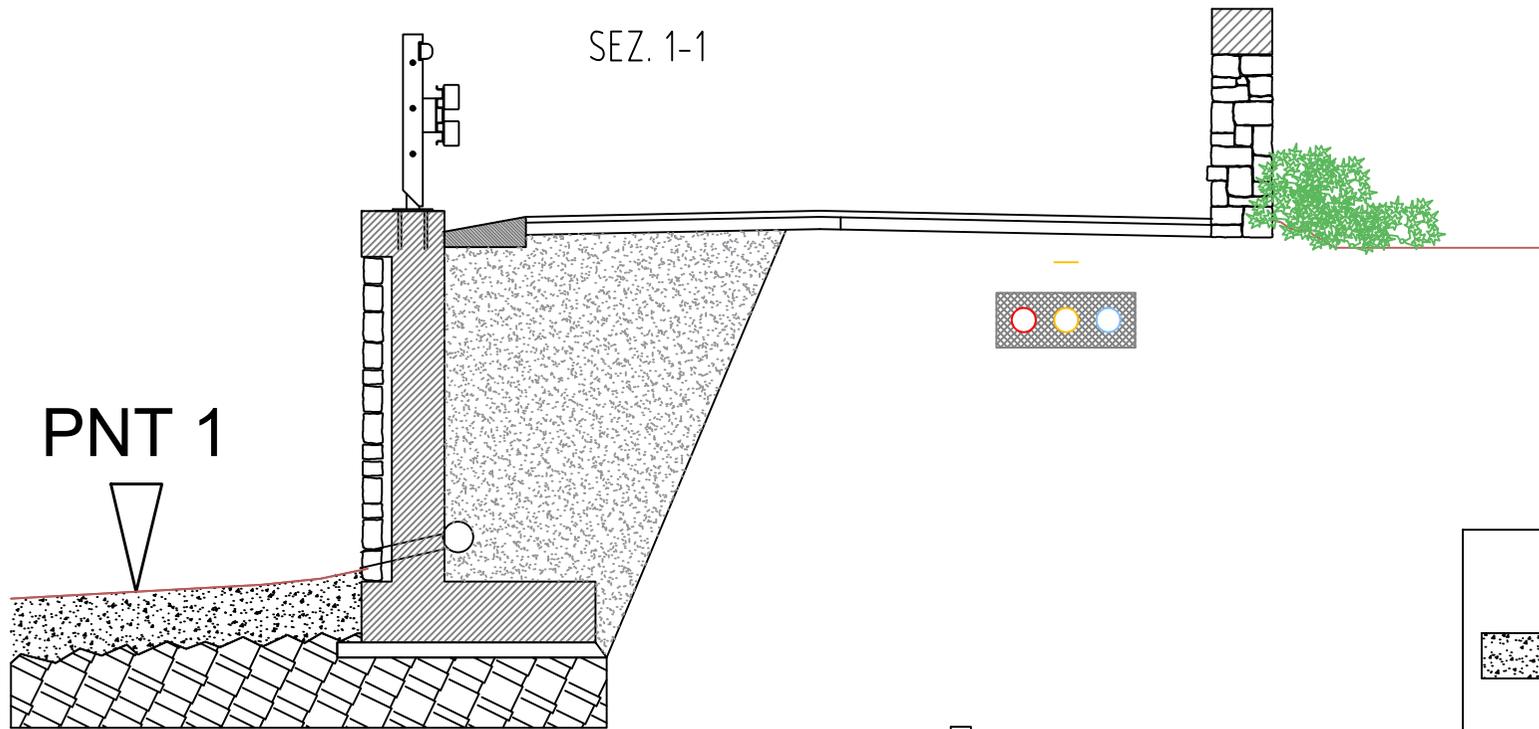
Legenda

- ◀ Traccia della sezione geologica
- PNT ⊕ Posizione test penetrometrico



Scala 1 : 500

Sezioni geologiche



Legenda	
	Terra rossa e riporto
	Calcare
	Posizione test penetrometrico

Scala 1 : 50