

***Comune di Trieste***

**Progetto  
per il rifacimento di un tratto del muro di  
sottoscarpa di via Borghi in Trieste**

**RELAZIONE GEOLOGICA  
E SULLA PARAMETRAZIONE  
GEOTECNICA**

0

Per presa visione

Consulenza

Trieste, novembre 2019

## *Indice*

1) Premessa.....	1
2) Normativa .....	1
3) Inquadramento morfologico, categoria topografica e descrizione dell'intervento .....	2
4) Geologia e litologia .....	3
5) Idrogeologia .....	4
6) Rilievo geologico tecnico di superficie.....	6
7) Prove penetrometriche dinamiche.....	8
7.1) Descrizione della prova .....	8
7.2) Esiti della prova eseguita .....	9
8) Modello geologico.....	10
9) Modello geotecnico di comodo .....	12
10) Verifica di stabilità .....	13
11) Possibili cause geologiche del dissesto.....	14
12) Sismicità dell'area e faglie capaci .....	15
13) Equilibrio idrogeologico e geostatico .....	16
14) Scavi .....	16
15) Liquefazione del suolo per azione sismica .....	16
16) Drenaggi e opere fognarie .....	17
17) Conclusioni e raccomandazioni finali.....	17
Allegati .....	19

### 1) Premessa

Nel mese di novembre 2019 su incarico dei Sigg.i Minni, Azzimonti, Gherbassi, Budak, Mauri, Calligaris e Lanci, è stata redatta la presente relazione geologica, sismica e sulla parametrizzazione geotecnica inerente il progetto a firma dell'ing. Basilisco relativo al rifacimento di un tratto del muro di sottoscarpa della via Borghi in Trieste.

Per l'espletamento dell'incarico si è proceduto al riesame della relazione precedentemente redatta per lo stesso problema nel maggio 2018, al confronto tecnico con il progettista e quindi alla redazione del presente lavoro a cui ha collaborato il dott. Mattia Casanova.

### 2) Normativa

Per la redazione del presente documento e delle verifiche in esso contenute si è fatto riferimento alle Norme Geologico-Tecniche previste nel P.R.G. del Comune di Muggia ed al D.M. gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.

In base alle indicazioni fornite dal Progettista, si è considerata una vita utile di 50 anni ed un coefficiente d'uso di classe II. Il sito rientra nella classe ZG6 del PRGC di Trieste.

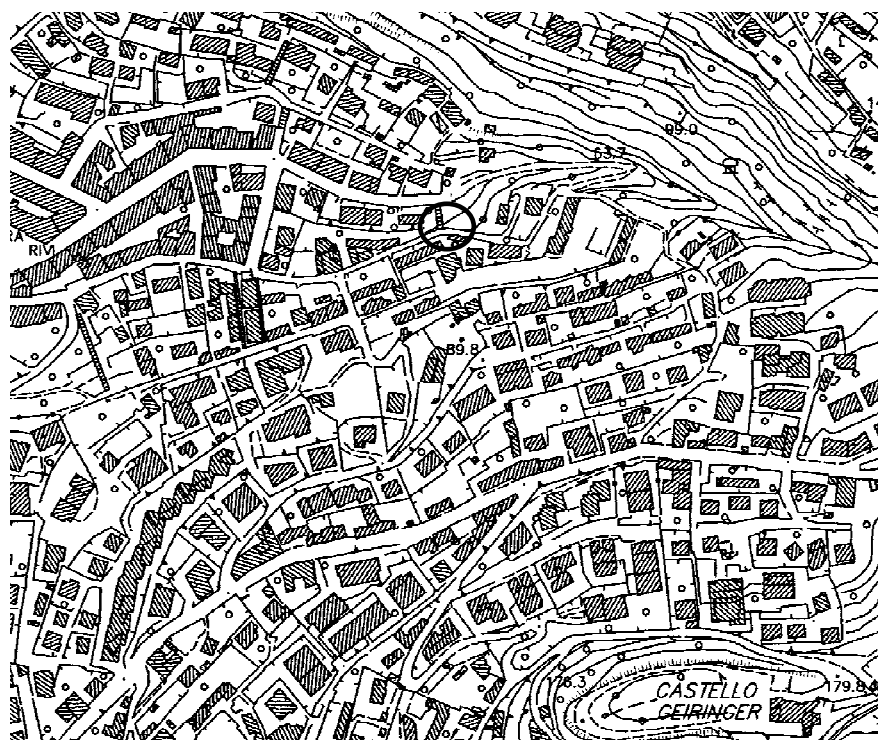


Figura 1 :



ubicazione area d'intervento  
Estratto CTRN - scala 1:5000 - elemento 110103



### 3) *Inquadramento morfologico, categoria topografica e descrizione dell'intervento*

Il sedime di interesse è situato lungo il versante Nord-occidentale del colle di Scorcola ad una quota di circa 50 m s.l.m.m.. L'area è morfologicamente condizionata dall'azione del Rio Scalze che scorre poco più a valle, e riprofilata dall'uomo attraverso terrazzamenti, viabilità ed insediamenti di civile abitazione.

Il versante ha una pendenza media di circa 21°, pertanto ai fini dell'amplificazione topografica in campo sismico il sito rientra in una categoria T2 con un rapporto  $h/H$  pari a 0.07. In base al rapporto  $h/H$  viene calcolato il valore del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1 + 0,2 \times h/H = 1,014$ .

Nel dettaglio il dissesto riguarda un tratto lungo circa 4.8 m di un vecchio muro di sottoscarpa in conci di arenaria a sostegno della via Borghi. L'altezza del muro non è nota essendo stata coperta dal materiale franato; considerando però l'altezza sul bordo lato W di 1.89 m e su quello E di 0.85 m, si può considerare un'altezza media fuori terra di circa 1.35 m.

Nel dettaglio la scarpata a valle del muro ha una pendenza media attorno ai 40° ed è delimitato a valle da un muro in cemento armato realizzato per il parcheggio sottostante.

L'intervento in progetto prevede la ricostruzione del muro di valle di via Borghi a seguito di un crollo avvenuto nel 2018.

#### 4) Geologia e litologia

La zona è caratterizzata dalle rocce appartenenti alla nota formazione del Flysch triestino (Eocene medio p.p.), qui presente tendenzialmente in facies marnoso arenacea.

Data l'impossibilità di procedere con scavi nella zona di interesse, l'assetto giaciturale è stato stimato dalla Carta Litologica del PRGC di Trieste (Fig. 2). Questa indica un trend a traverpoggio immergente verso E con inclinazioni attorno ai 30°, quindi nel complesso favorevole alla stabilità.



Fig. 2: Carta litologica del PRGC di Trieste (Grego, Marsich, Pinzani)

Per quanto riguarda le caratteristiche dei due litotipi costituenti il Flysch triestino, si rammenta quanto segue:

arenarie: sono costituite da una matrice carbonatica inglobante una frazione detritica costituita in prevalenza da calcite, quarzo ed altri silicati; alla rottura sono caratterizzate da un colore grigio-azzurro scuro, ma più sovente nei primi livelli, causa alterazione, presentano un colore giallo-ocra con pigmentazioni rossastre; dotate di una certa permeabilità secondaria in relazione alla giacitura stratigrafica, al grado di fratturazione e all'apertura delle discontinuità.

marne: rocce carbonatico-argillose di colore grigio, spesso sfogliettate, caratterizzate da toni ocracei quando alterate; sono generalmente impermeabili e contraddistinte dalla potenziale plasticizzazione per dissoluzione della frazione carbonatica con conseguenti effetti negativi sulle caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso.

### 5) *Idrogeologia*

L'area in esame è situata ad una distanza di circa 27 m dal Rio Scalze, corso d'acqua che in questo punto passa in un canale intombato. In considerazione delle dimensioni e della distanza del corso d'acqua si possono escludere interferenze significative con il sito in esame.

Per quanto riguarda la presenza di acqua nel sottosuolo, essa è fortemente condizionata dalla litologia esistente definibile come "impermeabile" nei suoi livelli più profondi. Il Flysch marnoso-arenaceo tende infatti a favorire lo scorrimento delle acque meteoriche lungo il contatto fra i primi livelli di roccia più alterati e decompressi ed i terreni di copertura; sono altresì presenti permeazioni anche più profonde all'interno di strati di roccia più alterati. Ne consegue quindi che le falde d'acqua spesso possono seguire percorsi non costanti in profondità e direzione con possibile coesistenza di più falde sospese sovrapposte.

LEGENDA

- DPM1 ● prova penetrometrica
- fratture di trazione principali
- ↗ indizi di ruscellamento
- accumulo di sabbia pulita
- accumulo principale muro franato
- F1 < foto testo

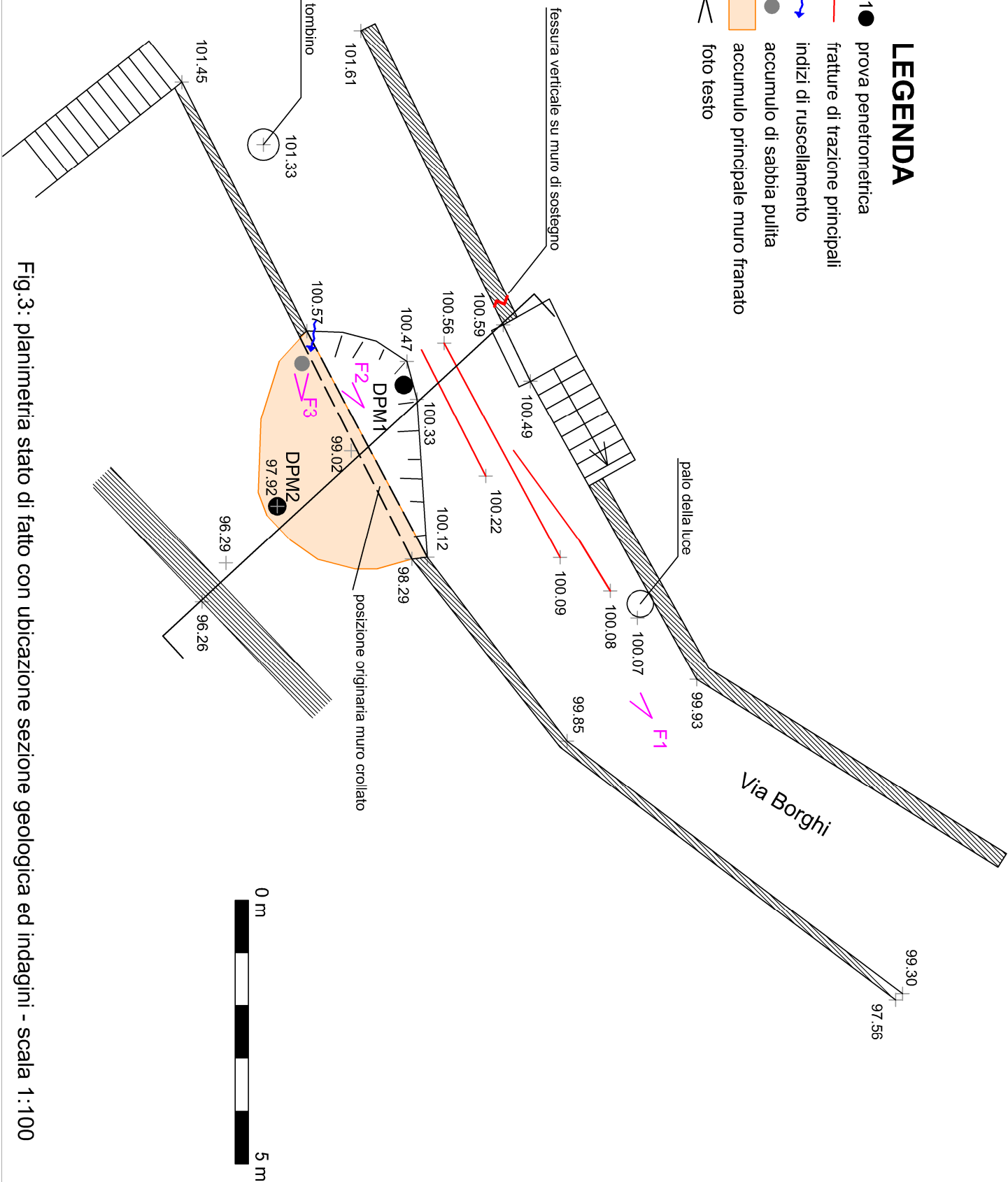


Fig.3: planimetria stato di fatto con ubicazione sezione geologica ed indagini - scala 1:100

### 6) *Rilievo geologico tecnico di superficie*

Sulla base del rilievo geologico di superficie (Fig. 3) si è reso possibile evidenziare quanto segue:

- il tratto di muro crollato ha una lunghezza contenuta di circa 4.8 m;
- a causa della presenza del materiale coinvolto dal dissesto non si è reso possibile verificare “de visu” se si è trattato di un franamento del piede (quindi con una superficie di scivolamento al di sotto del muro) o se il muro ha subito un collasso di tipo strutturale (“rottura” del muro);
- sull’asfalto della strada sono presenti delle fratture di trazione sub-parallele all’asse muro a tergo del tratto franato (fessure di “richiamo” per mancanza di piede) ma anche lateralmente verso W; tale fatto indicherebbe che anche al di fuori del muro franato si sono verificati o sono in atto degli spostamenti verso valle<sup>1</sup>;
- alla base del lato E del muro crollato sono stati rilevati indizi di ruscellamento di acqua proveniente dal terreno sotto la strada; inoltre è stato osservato un accumulo di sabbia pulita di tipo usualmente utilizzato per allettamento delle tubature (Foto 2);
- si rileva la presenza di vegetazione infestante di tipo arbustivo cresciuta nel muro sia sul lato E (Foto 3) che W del muro crollato.

---

<sup>1</sup> qualora le fratture fossero dovute al solo tratto di muro franato, nel loro prolungamento verso W avrebbero dovuto formare un arco e non proseguire diritte come osservato.





Foto F1: muro crollato (rosso) e zone fessure di trazione (giallo)



Foto F2: zona con indizi di ruscellamento (freccia azzurra) ed accumulo di sabbia (arancione)



Foto F3: vegetazione arbustiva instabilizzante cresciuta nel muro con sabbia in primo piano

## 7) Prove penetrometriche dinamiche

Per valutare le proprietà meccaniche dei terreni superficiali e valutare la profondità dei primi livelli di roccia sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche DPM (Fig.3) i cui esiti, riassunti in tabulati, vengono riportati in allegato.

### 7.1) Descrizione della prova

La prova penetrometrica dinamica in sito (DPM), consiste nell'infiiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infiissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano quindi i colpi necessari alla penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita. La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi (Ndp) per una data penetrazione. Dopo un'opportuna taratura, i risultati delle prove DP possono essere utilizzati per ottenere indicazioni relative a parametri geotecnici quali: densità relativa, compressibilità, resistenza al taglio e consistenza.

Nello specifico il penetrometro dinamico medio DPM Penni 30 con sistema di campionatura in continuo ha la funzione di effettuare prove di resistenza meccanica nei terreni sciolti valutandone le caratteristiche più evidenti della stratigrafia ed individuandone lo spessore complessivo fino a profondità di 10 -15 m dal p.c., localizzando anche il livello della falda acquifera, se presente. Seppur con gli inevitabili limiti di una prova di questo tipo, essa costituisce un ottimo strumento di lavoro ove le condizioni operative e di accesso si presentino particolarmente critiche.

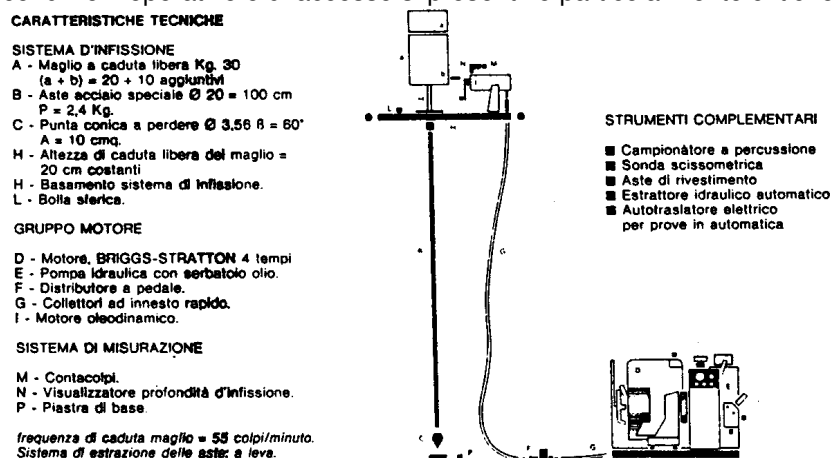


Fig.4: Esempio di strumentazione utilizzata per prove DPT

Tra i dati caratteristici che si possono ricavare a seguito dell'utilizzo di tale strumentazione vi sono:

Rpd (resistenza di rottura dinamica alla punta): parametro dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo, valutabile con la nota "formula degli Olandesi":

$$Rpd = M^2 \cdot h / A \cdot e \cdot (M + P + Pp) = (Kg/cm^2)$$

con  
 $M$  = peso massa battente: 30 Kg  
 $A$  = Area base punta conica: 10 cm<sup>2</sup>  
 $P$  = Peso aste per metro: 2,9 Kg/m  
 $H$  = Altezza caduta libera: 20 cm  
 $e$  = Infissione per colpo (rifiuto) = 10/N cm<sup>2</sup>  
 $Pp$  = Peso sistema di battua: 12kg

**Qad** (*carico ammissibile*) con coefficiente di sicurezza variabile fra 15 e 25 ottenibile mediante il rapporto:

$$Qad = Rpd / 15 \div 25$$

## 7.2) Esiti della prova eseguita

Le due prove penetrometriche sono state eseguite sul corpo frana mediante un penetrometro dinamico medio con maglio da 30 kg della Compac Srl.

Le prove, spinte sino a "rifiuto" corrispondente a 100 colpi per un avanzamento minore a 10 cm, hanno evidenziato la seguente sequenza:

primo livello a bassissima consistenza	(NDP 0-2 colpi)
secondo livello debolmente consistente	(NDP 3-8 colpi)
terzo livello consistente	(NDP 25-74 colpi)
quarto livello molto consistente	(NDP 100 colpi)

Occorre inoltre segnalare che è stata rilevata la presenza di acqua a -0.5 m nella DPM1 ed a -1.9 m nella DPM2.

I dettagli delle prove sono riassunti nei tabulati in allegato.

<sup>2</sup> N = numero di colpi necessari per un approfondimento di 10cm

### 8) *Modello geologico*

Sulla base dei rilievi e delle indagini svolte è stato definito il modello geologico di figura 4 con le seguenti distinzioni:

CF: rappresenta il corpo franato sia del muro che del terreno a tergo; sebbene non sia nota l'esatta profondità e geometria, viene indicato il volume atteso sulla base dei dati ad oggi disponibili;

R-C1: depositi eluvio-colluviali e riporti suddivisi tra quelli a bassissima consistenza e quelli debolmente consistenti; si tratta in prevalenza di limi argillo-sabbiosi con clasti e blocchi arenacei in presenza di materiale antropico (mattoni, pietrame, ecc.);

C1: depositi eluvio colluviali consistenti costituiti da limi argillo-sabbiosi con clasti e blocchi arenacei;

C2: Flysch in situ parzialmente degradato, rappresenta la parte sommitale alterata del substrato roccioso; il complesso passa progressivamente ad uno stato pseudo integro C3 non considerato in questa sede.

Si evidenzia infine che la posizione del muro è stata stimata in base ai tratti laterali esistenti mentre la sua quota di imposta è stata stimata sulla base delle osservazioni effettuate nei tratti laterali e potrà essere definita con certezza solo dopo l'eventuale asporto del materiale franato.

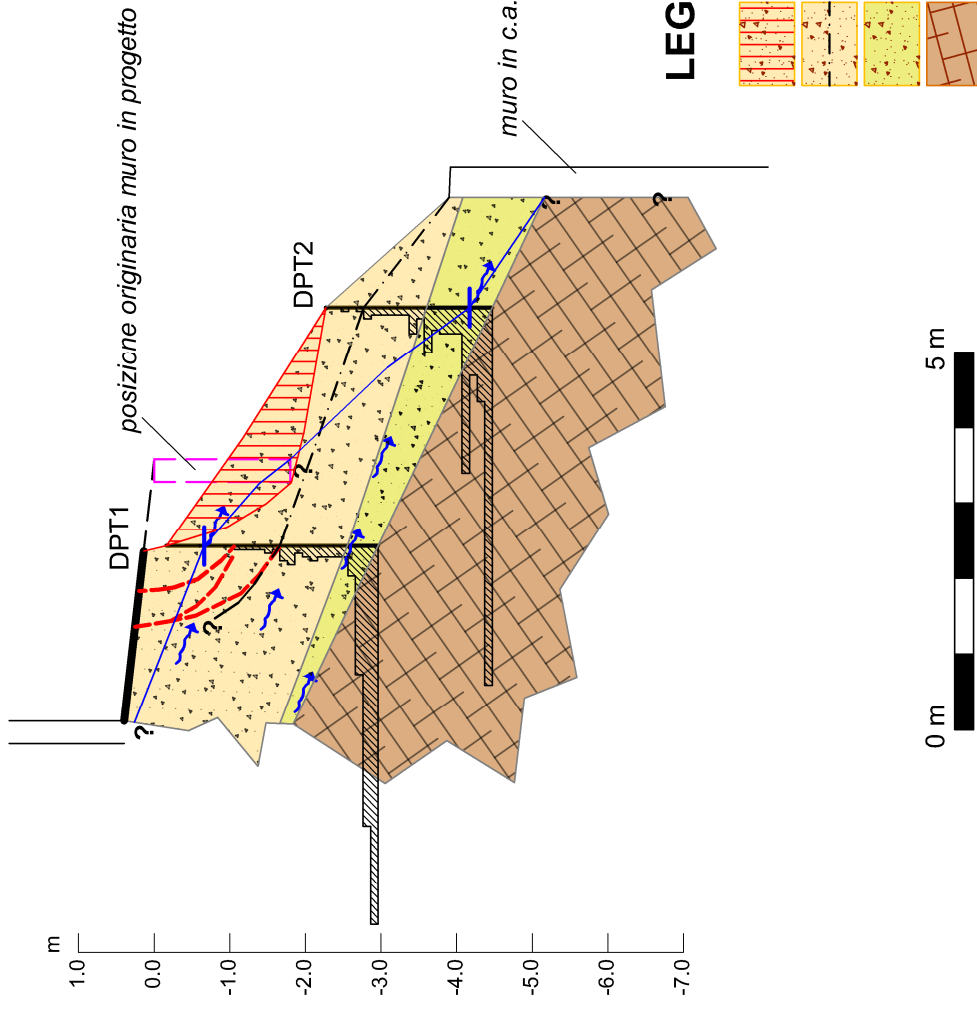


Fig.5: modello geologico da verificare in fase esecutiva con ubicazioni indagini - scala 1:100

### 9) Modello geotecnico di comodo

Sulla base delle prove DPM, di dati bibliografici e delle osservazioni in sito, al fine delle valutazioni di stabilità generale del versante pre-dissesto e degli eventuali interventi di consolidamento, è stato definito il seguente modello geotecnico di comodo con i relativi parametri. Si evidenzia che per il complesso R-C1 il valore dell'attrito è stato ricavato dai dati delle DPM mediante la nota formula di Sowers ( $\phi = 28 + 0.28 \text{ NSPT}$ ) ed è stata inserita una minima componente coesiva generalmente presente nei terreni tipici dell'area differenziata per la parte alta "a" e la parte bassa "b".

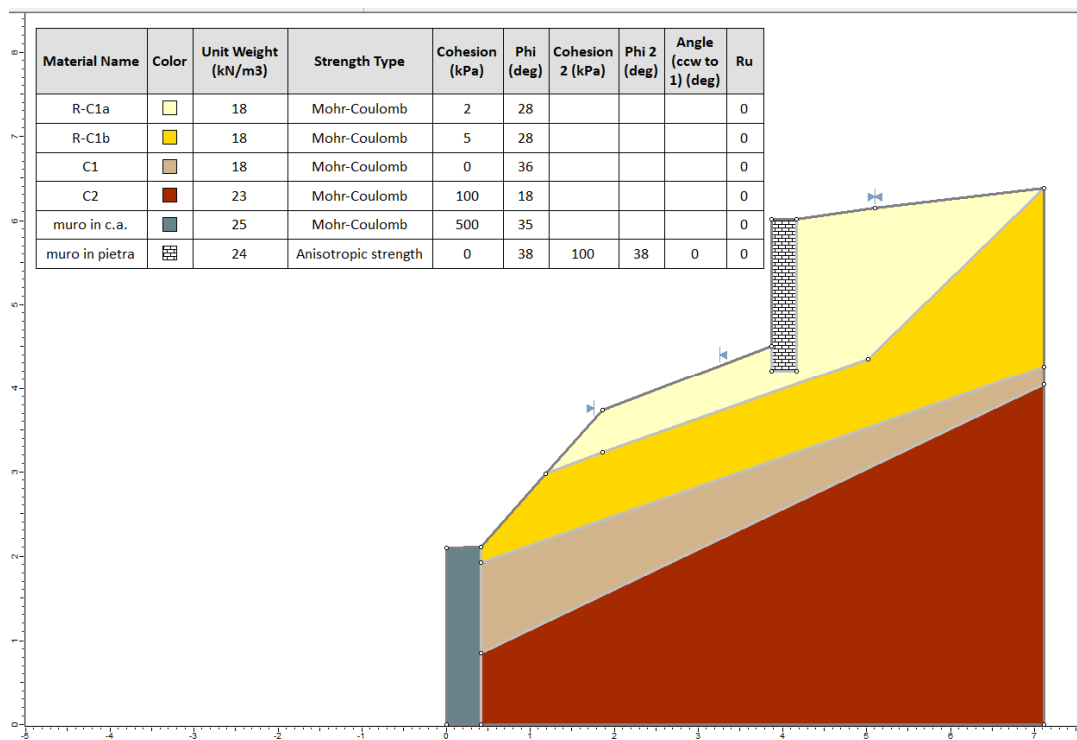


Fig.6: modello geotecnico di comodo pre-dissesto

### 10) Verifica di stabilità

Sulla base del modello di figura 5, sono state eseguite delle verifiche di stabilità sia in condizione asciutta che in presenza di acqua. Le verifiche sono state eseguite con il software Slide7.0 della Rocscience di Toronto (licenza n°6050A) mediante i metodi di "Bishop" e "Janbu corretto". Le verifiche sono state eseguite partendo da una superficie di scivolamento di tipo circolare corrispondente a monte con il coronamento del dissesto al fine di simulare al meglio le geometrie reali attese.

La verifica in condizioni asciutte ha rivelato una sostanziale stabilità con un fattore di sicurezza variabile tra 1.18 ed 1.21 (Fig.7).

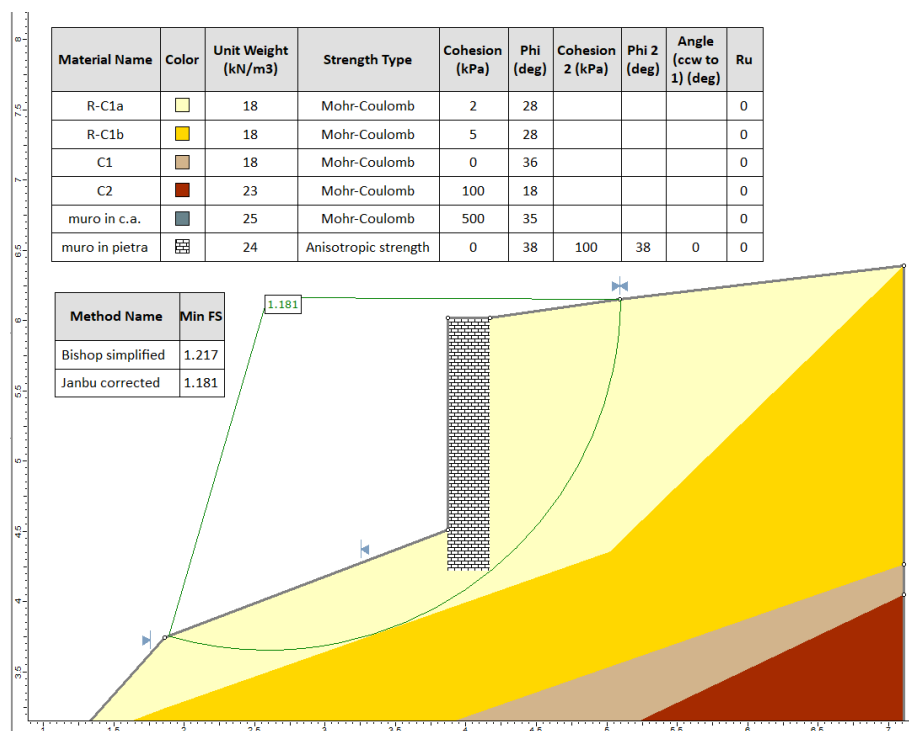


Fig.7: superficie di scivolamento più critica in assenza di acqua

È stata quindi eseguita una simulazione inserendo una parziale saturazione del terreno R-C1 con un  $Ru_3$  pari a 0.18. Come si osserva in figura 8, la presenza di una parziale saturazione del terreno porta ad una condizione di instabilità con fattori di sicurezza inferiori all'unità.

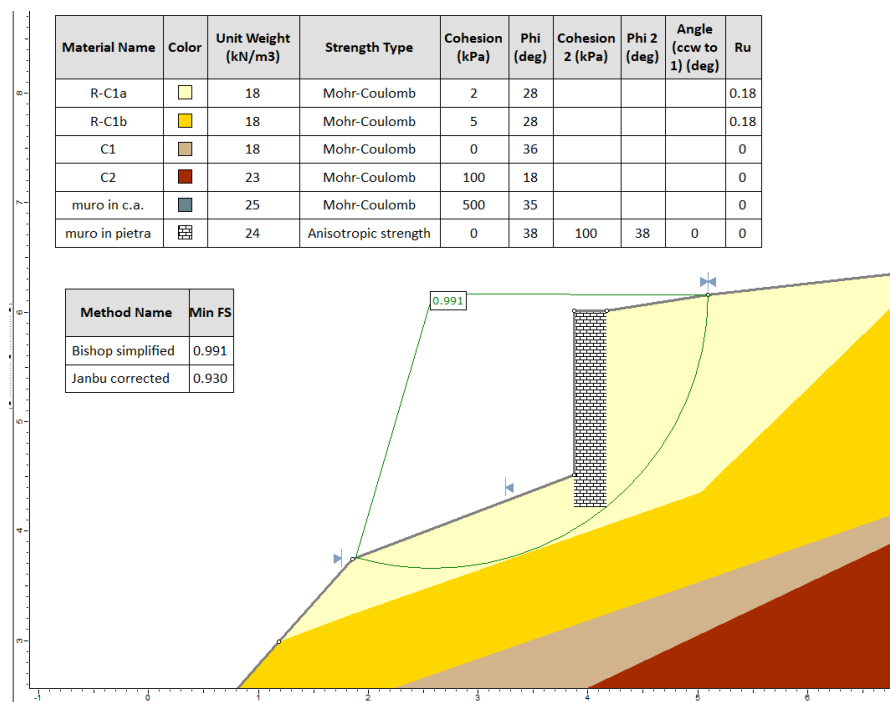


Fig.8: superficie di scivolamento più critica in presenza di acqua

### 11) Possibili cause geologiche del dissesto

Sulla base dei rilievi di superficie e delle verifiche di stabilità sopra riportate risulta evidente che, tralasciando gli aspetti inerenti le condizioni strutturali del muro (vetustà, presenza di vegetazione instabilizzante, inadeguatezza fondazionale, ecc.), il dissesto del muro è almeno parzialmente imputabile alla presenza di acqua.

<sup>3</sup> L'utilizzo del coefficiente di pressione neutra  $Ru$ , sebbene presenti i suoi limiti, offre comunque uno strumento di lavoro semplice per poter comprendere gli effetti instabilizzanti dovuti alla presenza di acqua.



## 12) Sismicità dell'area e faglie capaci

Per quanto riguarda la presenza nell'area di faglie attive e capaci non si sono avute evidenze né dalle osservazioni eseguite sul campo né dalla consultazione del catalogo ITHACA (ITaly Hazard from CApable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia per la mitigazione del rischio legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale.



Fig. 10: estratto catalogo ITHACA

Per la definizione della categoria di amplificazione stratigrafica in campo sismico, in considerazione dell'entità dell'opera, del livello di materiali sciolti pari a 3 m e delle difficoltà logistiche del sito, in una stima costi benefici, viene assegnata cautelativamente una categoria di sottosuolo "E" secondo le NTC2018.

Per la definizione della sismicità dell'area si è fatto riferimento al NTC 2018 seguendo la

seguente procedura:

Coordinate Google Earth:

Lat. 45.665474 - Long. 13.777159

Coordinate Ed 50:

Lat. 45.666363° - Long. 13.778115°

Vita nominale dell'opera:

50 anni

Classe d'uso:

II

Coefficiente d'uso:

1.0

Categoria topografica:

T2

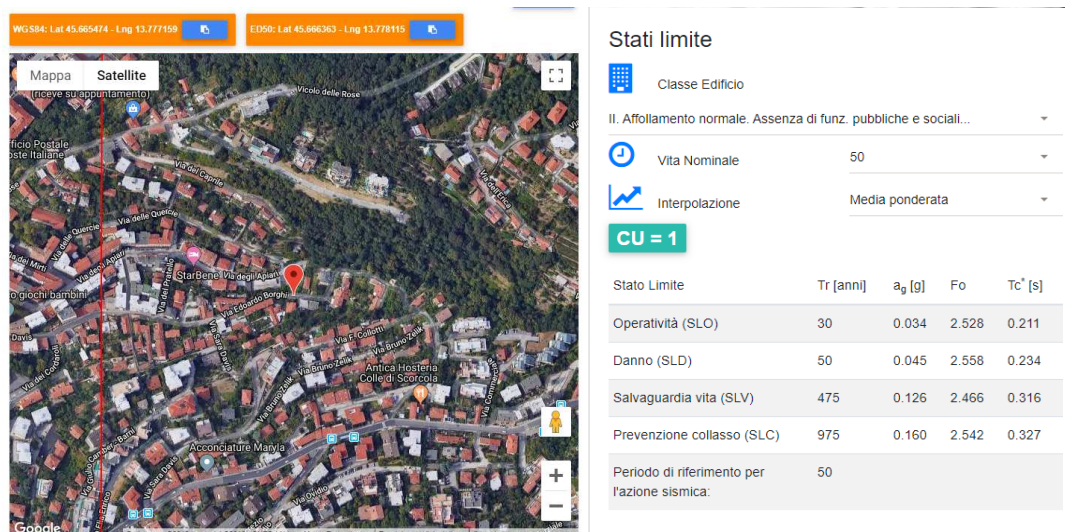
Rapporto h/H:

0.07

Categoria stratigrafica:

E

Sulla base dei dati sopra riportati, utilizzando il software online della GeoStru si ottengono i seguenti risultati:



### 13) *Equilibrio idrogeologico e geostatico*

Il sito di progetto, fatta eccezione per l'opera in esame e strutture secondarie che presentano problematiche strutturali-fondazionali, presenta nel suo complesso un buon equilibrio idrogeologico; durante il sopralluogo non sono stati rilevati indizi ricollegabili ad una condizione geostatica critica. La presenza delle opere, una volta correttamente realizzate, non inficerà l'equilibrio idrogeologico e geostatico esistente. Si consiglia infine di valutare le condizioni strutturali del muro di sostegno di valle in considerazione della fase di cantiere prevista.

### 14) *Scavi*

Il progetto non prevede l'esecuzione di scavi importanti, si raccomandano le usuali procedure di sicurezza ed attenzioni del caso e di smaltire il terreno non riutilizzato secondo normativa vigente.

### 15) *Liquefazione del suolo per azione sismica*

In base alle granulometrie caratteristiche del sito si esclude il pericolo di fenomeni di liquefazione per azione sismica.

### *16) Drenaggi e opere fognarie*

In base alla natura geologica del sito può essere presente una circolazione idrica nel terreno. Tale presenza, oltre a generare delle spinte idrostatiche, tende ad argillificare la componente marnosa del Flysch. Pertanto, rimandando al progettista le scelte opportune, si consiglia vivamente di realizzare un idoneo sistema drenante del muro evitando, per quanto possibile, accumuli di acque a tergo ed alla base del muro stesso.

### *17) Conclusioni e raccomandazioni finali*

Sulla base delle osservazioni e delle considerazioni evidenziate nei capitoli precedenti si conclude quanto segue:

- il progetto prevede la ricostruzione di un tratto di muro crollato in via Borghi;
- il contesto geologico dell'area ha evidenziato la presenza di un primo livello di terreni sciolti poco addensati con scadenti proprietà geotecniche in presenza di acqua;
- la disposizione delle fratture di trazione rilevate sulla sede stradale indicano che sono presenti degli spostamenti anche al di fuori del tratto di muro crollato verso W;
- tralasciando gli aspetti di carattere strutturale del muro, le verifiche eseguite hanno evidenziato che la stabilità globale coinvolgente i terreni superficiali è fortemente condizionata dalla presenza di acqua, passando da una situazione stabile ad una di dissesto;
- sul lato E del muro crollato sono stati individuati indizi di percolazioni di acque provenienti da sotto la strada in presenza di un accumulo localizzato di sabbia generalmente utilizzata per la posa di tubature;
- sui tratti di muro ai lati del dissesto è cresciuta una vegetazione arbustiva instabilizzante;
- considerato che dalle informazioni pervenute il muro sarebbe crollato durante un periodo di intense precipitazioni, si evidenzia che per le sue pendenze e morfologie la via Borghi può diventare una via di scorrimento preferenziale per le acque piovane in caso di eventi intensi e che non si esclude che eventuali sottoservizi presenti seguano le stesse dinamiche;
- per tali considerazioni si raccomanda un adeguato sistema di drenaggio della struttura e una gestione oculata delle acque superficiali

- l'opera in progetto può essere dimensionata per una categoria di sottosuolo "E" e topografica T2 con un rapporto  $h/H$  pari a 0.07;
- le opere in progetto, una volta correttamente terminate, non andranno ad inficiare l'equilibrio idrogeologico e geostatico dell'area in esame e dei terreni finitimi e risolveranno i problemi dell'attuale instabilità del muro in esame;
- si raccomanda infine di interpellare lo scrivente o altro tecnico competente in fase esecutiva al fine di verificare il modello geologico ipotizzato in questa sede.

Per quanto riportato nella presente relazione si dichiara la compatibilità del progetto con il contesto geologico del sito.

dott.geol. G.P. PINZANI

Trieste, 22 novembre 2019

## **Allegati**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## GENERALITA'

Committente: ing. Roberti  
Cantiere: Via Borghi  
Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
Prof.tà prova: 280 cm  
Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

## CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

### MODELLO

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 INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

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

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

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 [%]

$\phi$  = 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]

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

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

Committente: ing. Roberti  
 Cantiere: Via Borghi  
 Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
 Prof.tà prova: 280 cm  
 Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

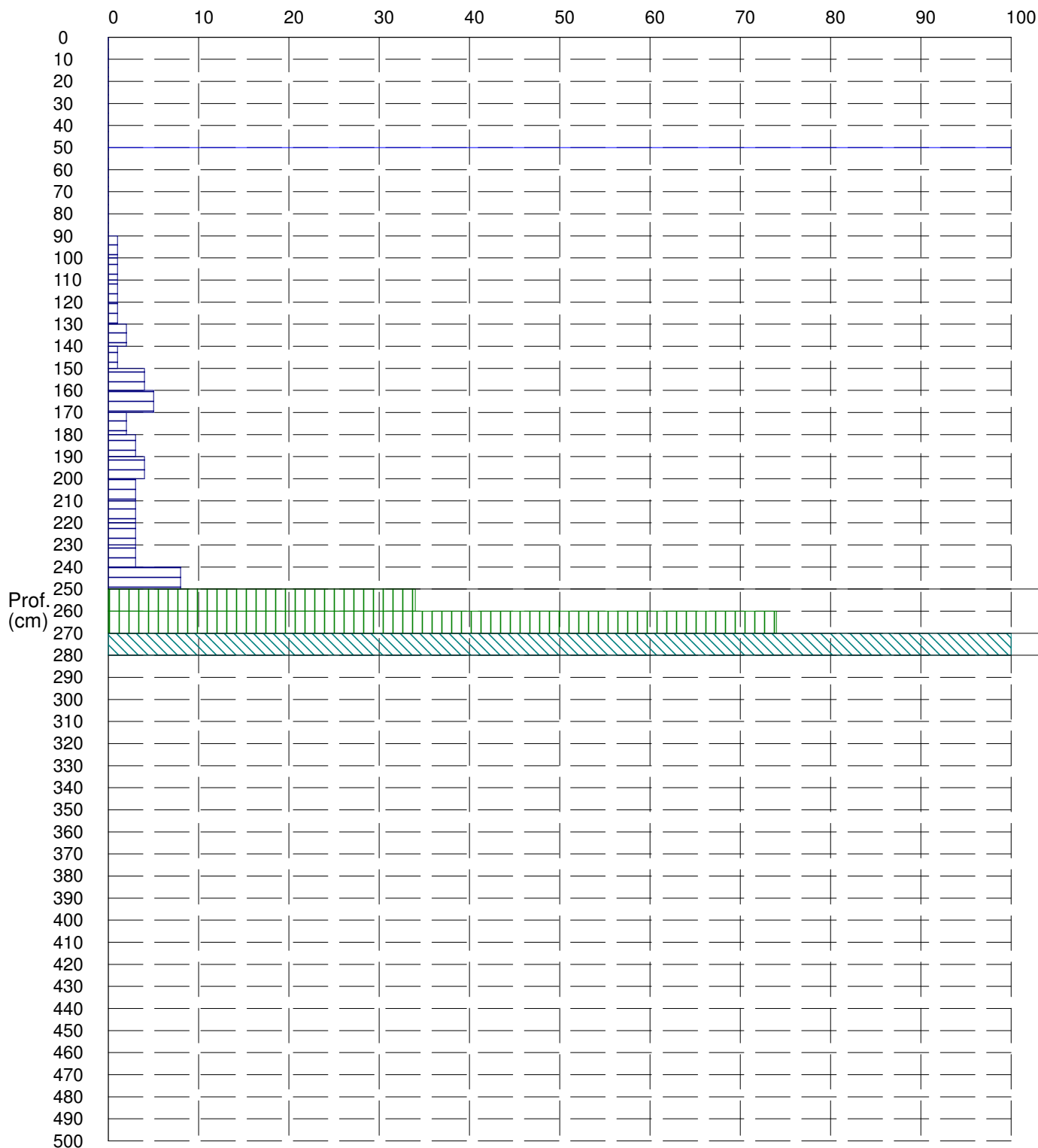
<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>Ndp</i>	<i>Ndp norm.</i>	<i>Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>aste</i>
da 0 a 10	0	0	0,00	1	da 140 a 150	1	100	3,77	2
da 10 a 20	0	0	0,00	1	da 150 a 160	4	100	15,06	2
da 20 a 30	0	0	0,00	1	da 160 a 170	5	100	18,83	2
da 30 a 40	0	0	0,00	1	da 170 a 180	2	100	7,53	2
da 40 a 50	0	0	0,00	1	da 180 a 190	3	100	11,30	2
da 50 a 60	0	0	0,00	1	da 190 a 200	4	100	14,20	3
da 60 a 70	0	0	0,00	1	da 200 a 210	3	100	10,65	3
da 70 a 80	0	0	0,00	1	da 210 a 220	3	100	10,65	3
da 80 a 90	0	0	0,00	1	da 220 a 230	3	100	10,65	3
da 90 a 100	1	100	3,77	2	da 230 a 240	3	100	10,65	3
da 100 a 110	1	100	3,77	2	da 240 a 250	8	100	28,40	3
da 110 a 120	1	100	3,77	2	da 250 a 260	34	100	120,71	3
da 120 a 130	1	100	3,77	2	da 260 a 270	74	100	262,72	3
da 130 a 140	2	100	7,53	2	da 270 a 280	100	100	355,03	3

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1****Grafico Ndp - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti  
 Cantiere: Via Borghi  
 Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
 Prof.tà prova: 280 cm  
 Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

Colpi per tratto di infissione (Ndp)

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1****Grafico Rpd - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti

Cantiere: Via Borghi

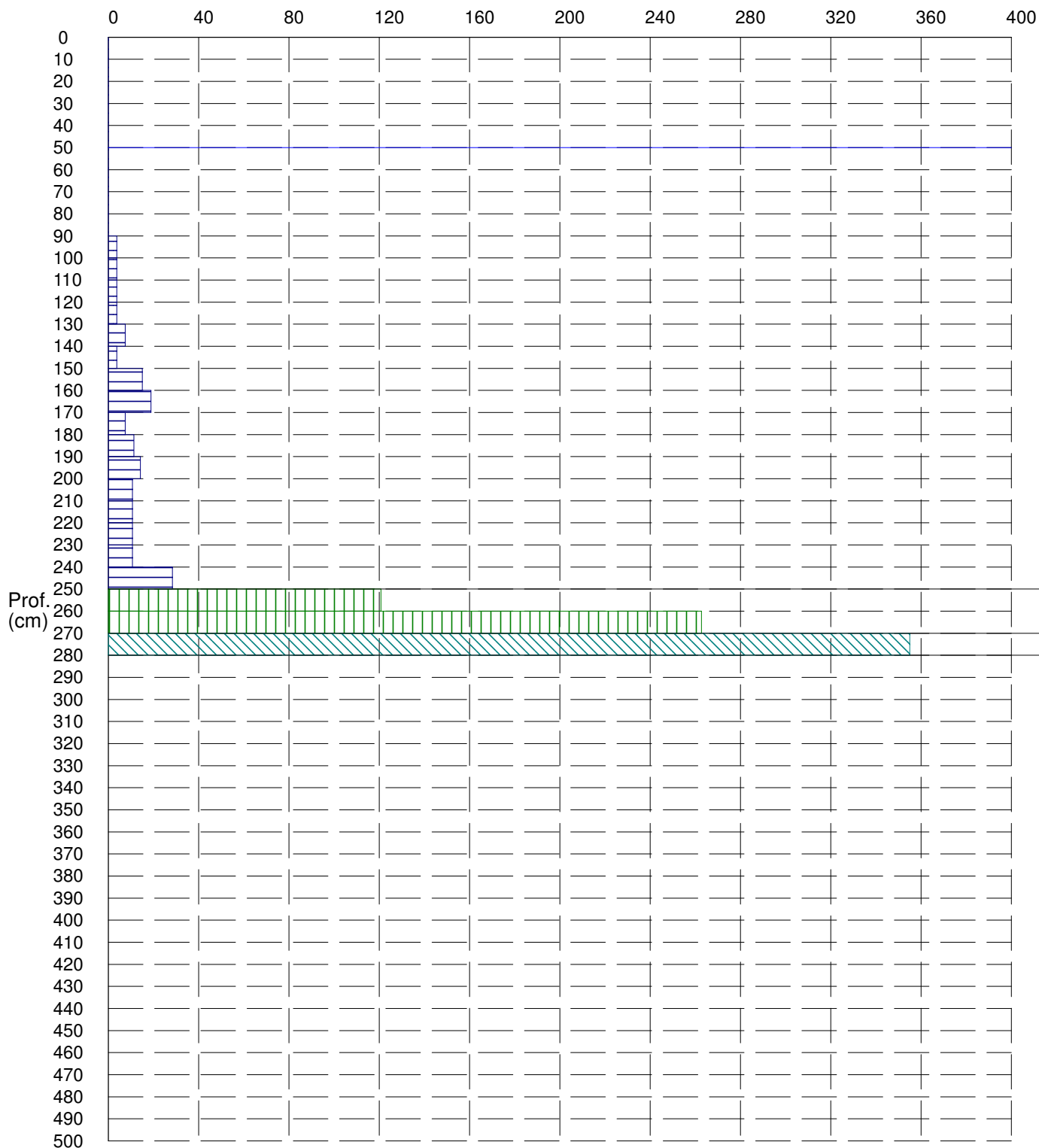
Località: Trieste

Data: 17-4-2018

Prof.tà prova: 280 cm

Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

Resistenza dinamica alla punta Rpd (kg/cmq)

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1****Grafico Qamm - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti

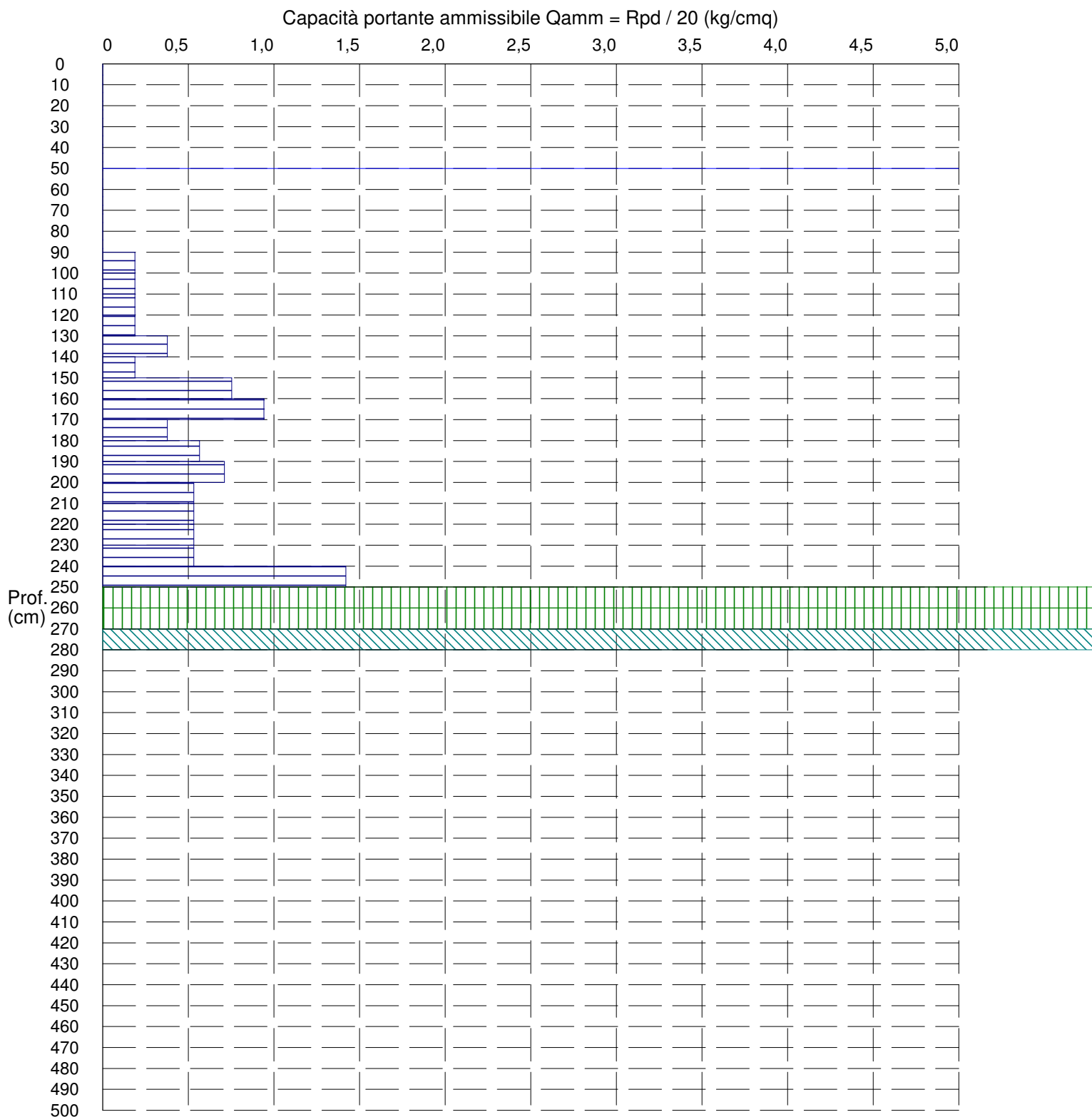
Cantiere: Via Borghi

Località: Trieste

Data: 17-4-2018

Prof.tà prova: 280 cm

Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

## GENERALITA'

Committente: ing. Roberti  
Cantiere: Via Borghi  
Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
Prof.tà prova: 280 cm  
Prof.tà falda: 50 cm dal p.c.

## ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 2,50	Ndp	0	8	1,8	1,4
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	,0	28,4	6,6	
2	da 2,50 a 2,70	Ndp	34	74	54,0	54,0
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	120,7	262,7	191,7	
3	da 2,70 a 2,80	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	355,0	355,0	355,0	

## PARAMETRI GEOTECNICI

		INCOERENTE							COESIVO				
STRATO	Prof. (m)	Dr (%)	φ (°)	y (t/mc)	M kg/cm <sup>q</sup>	E kg/cm <sup>q</sup>	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cm <sup>q</sup>	y (t/mc)	Ed kg/cm <sup>q</sup>	Go (t/mq)
<b>1</b>	<b>2,50</b>	27,0	28,4	1,17	44,4	17,3	916	106,5	-----	-----	-----	-----	-----
<b>2</b>	<b>2,70</b>	100,0	43,0	2,05	278,8	648,0	27629	205,0	-----	-----	-----	-----	-----
<b>3</b>	<b>2,80</b>	100,0	43,0	2,30	484,0	1200,0	49308	228,6	-----	-----	-----	-----	-----

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## GENERALITA'

Committente: ing. Roberti  
Cantiere: Via Borghi  
Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
Prof.tà prova: 220 cm  
Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

## CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

### MODELLO

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 INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

## RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA Rpd (Formula Olandese)

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

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 [%]

$\phi$  = 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]

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

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

Committente: ing. Roberti  
 Cantiere: Via Borghi  
 Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
 Prof.tà prova: 220 cm  
 Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

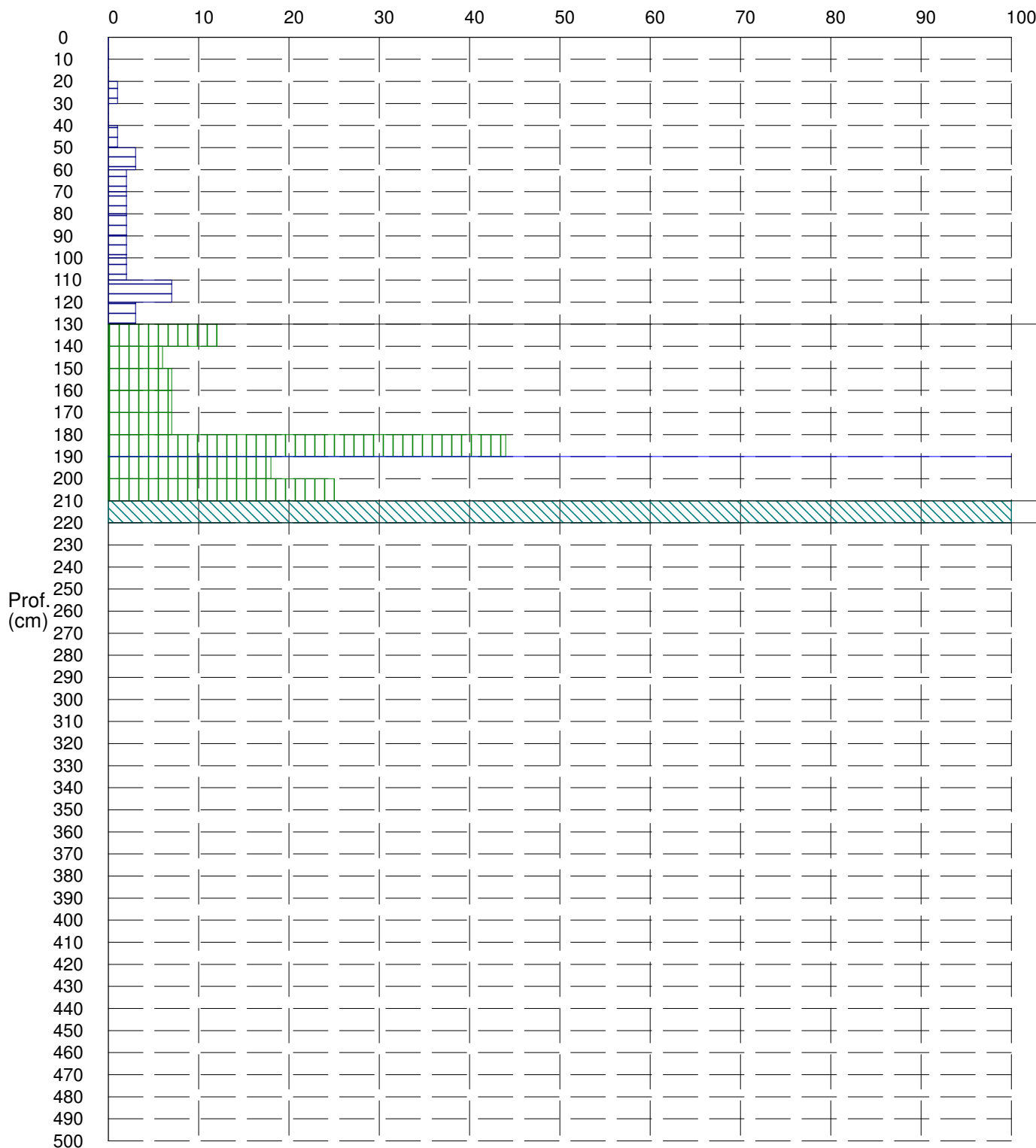
<b>Prof. (cm)</b>	<b>Ndp</b>	<b>Ndp norm.</b>	<b>Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>aste</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>Ndp</b>	<b>Ndp norm.</b>	<b>Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>aste</b>
da 0 a 10	0	0	0,00	1	da 110 a 120	7	100	26,36	2
da 10 a 20	0	0	0,00	1	da 120 a 130	3	100	11,30	2
da 20 a 30	1	100	4,01	1	da 130 a 140	12	100	45,19	2
da 30 a 40	0	0	0,00	1	da 140 a 150	6	100	22,59	2
da 40 a 50	1	100	4,01	1	da 150 a 160	7	100	26,36	2
da 50 a 60	3	100	12,03	1	da 160 a 170	7	100	26,36	2
da 60 a 70	2	100	8,02	1	da 170 a 180	7	100	26,36	2
da 70 a 80	2	100	8,02	1	da 180 a 190	44	100	165,69	2
da 80 a 90	2	100	8,02	1	da 190 a 200	18	100	63,91	3
da 90 a 100	2	100	7,53	2	da 200 a 210	25	100	88,76	3
da 100 a 110	2	100	7,53	2	da 210 a 220	100	100	355,03	3

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2****Grafico Ndp - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti  
Cantiere: Via Borghi  
Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
Prof.tà prova: 220 cm  
Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

Colpi per tratto di infissione (Ndp)

**Studio di Geologia PINZANI**

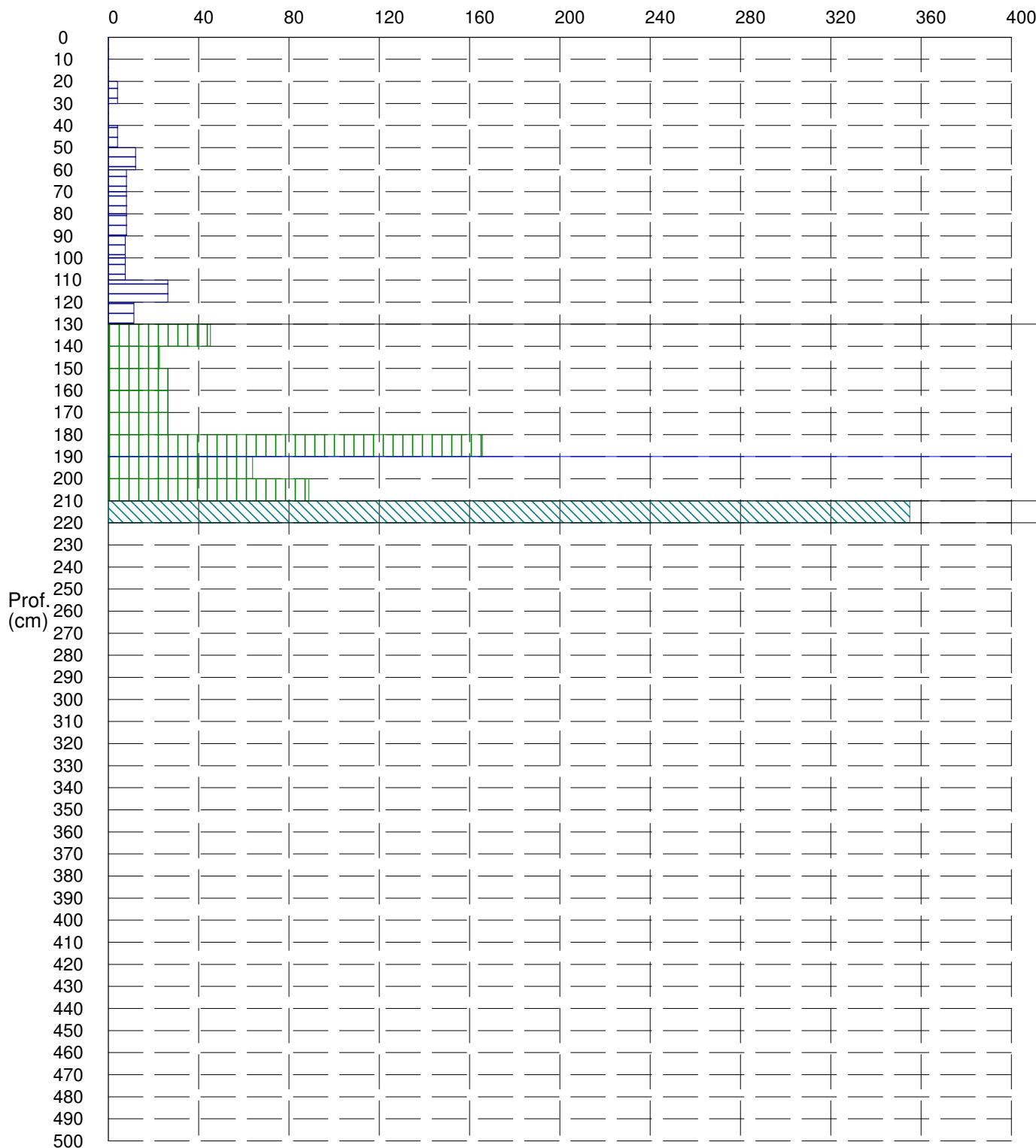
Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2****Grafico Rpd - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti  
 Cantiere: Via Borghi  
 Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
 Prof.tà prova: 220 cm  
 Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

Resistenza dinamica alla punta Rpd (kg/cmq)

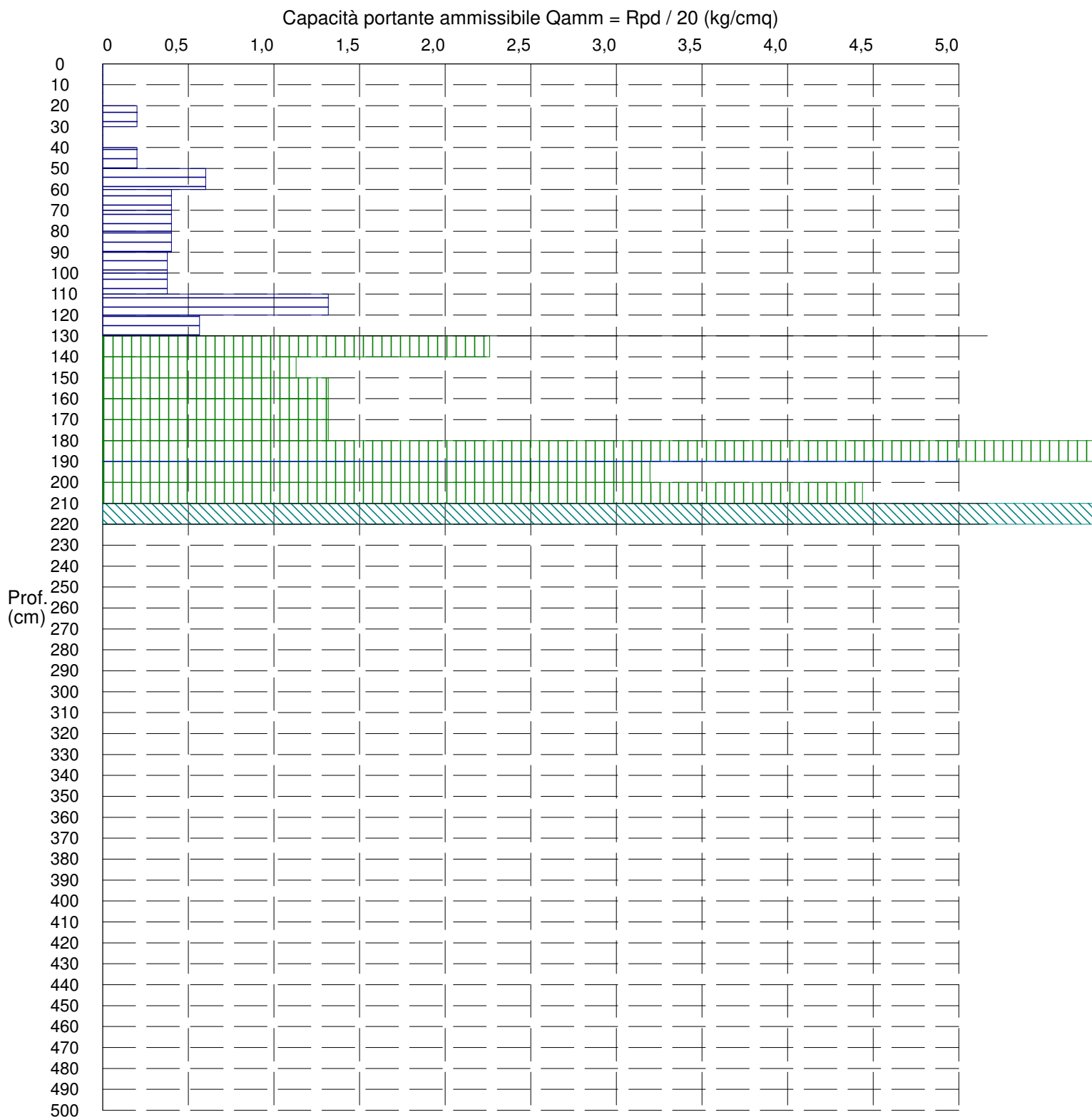
**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2****Grafico Qamm - Profondità****GENERALITA'**

Committente: ing. Roberti  
 Cantiere: Via Borghi  
 Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
 Prof.tà prova: 220 cm  
 Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

Elaborazione statistica e parametri geotecnici

## GENERALITA'

Committente: ing. Roberti  
Cantiere: Via Borghi  
Località: Trieste

Data: 17-4-2018  
Prof.tà prova: 220 cm  
Prof.tà falda: 190 cm dal p.c.

## ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,30	Ndp	0	7	1,9	1,5
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	,0	26,4	7,4	
2	da 1,30 a 2,10	Ndp	6	44	15,8	15,8
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	22,6	165,7	58,2	
3	da 2,10 a 2,20	Ndp	100	100	100,0	100,0
		Rpd (kg/cm <sup>q</sup> )	355,0	355,0	355,0	

## PARAMETRI GEOTECNICI

		INCOERENTE							COESIVO				
STRATO	Prof. (m)	Dr (%)	φ (°)	y (t/mc)	M kg/cm <sup>q</sup>	E kg/cm <sup>q</sup>	Go (t/mq)	Vs (m/s)	Ic (-)	Cu kg/cm <sup>q</sup>	y (t/mc)	Ed kg/cm <sup>q</sup>	Go (t/mq)
<b>1</b>	<b>1,30</b>	39,0	28,8	1,24	50,7	34,1	1736	118,3	-----	-----	-----	-----	-----
<b>2</b>	<b>2,10</b>	90,2	32,4	1,70	108,2	189,0	8677	163,0	-----	-----	-----	-----	-----
<b>3</b>	<b>2,20</b>	100,0	43,0	2,30	484,0	1200,0	49308	226,4	-----	-----	-----	-----	-----

**Studio di Geologia PINZANI**

Via Crispi, 3 - 34125 Trieste - Tel Fax 040 37.00.24

# Elenco firmatari

ATTO SOTTOSCRITTO DIGITALMENTE AI SENSI DEL D.P.R. 445/2000 E DEL D.LGS. 82/2005 E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI

Questo documento è stato firmato da:

NOME: DE WALDERSTEIN ANDREA

CODICE FISCALE: DWLNDR66E20E125S

DATA FIRMA: 23/12/2019 10:30:17

IMPRONTA: 07C473EB6ED15D451F2CF341565134CA83FADF629AF3AADD4027F0F6351A9A7E  
83FADF629AF3AADD4027F0F6351A9A7EAEDAAF1FF4C842F6C99CF50D7808965B  
AEDAAF1FF4C842F6C99CF50D7808965B00530F080CA16EAE1C94F990D5CE2942  
00530F080CA16EAE1C94F990D5CE29420A36E90550726B5375AE96661EBD67F4