

OGGETTO:  
**AMBITO DI TRASFORMAZIONE ATU03**  
 UMI. 03.1  
 Viale Europa - Crema (Cr)

OGGETTO **P.I.I.**

ELABORATO:  
**RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA**

N° ALLEGATO:  
**GEO**

REVISIONE	OGGETTO DI AGGIORNAMENTO	DATA	DISEGN.	CONTROLLO
00	Prima emissione	18.09.2018	CRe	CO

COMUNE DI:  
**CREMA (CR)**

COMMESSA	<b>023</b>	<b>2016</b>
STATO AVANZAMENTO	<b>PD</b>	REV. <b>00</b>

PROPRIETARIO - ATTUATORE:  
**C.L.A.R. s.r.l.**

023\_016\_PA\_Tav 07\_Rende: 00\_PD

L'AMMINISTRATORE UNICO  
 IL DIRETTORE TECNICO

proprietà



Seriate (Bg) via Pastrengo n°1/c  
 tel. 035/303.904 - fax. 035/066.23.63  
 e-mail: domus@studiodomus.rnet  
 web: www.studiodomus.net  
 Iscritta al casellario delle società  
 di Ingegneria e professionisti - AVCP



# RELAZIONE GEOLOGICA

DOMANDA DI VARIANTE URBANISTICA  
MEDIANTE STRUMENTI DI  
PIANIFICAZIONE NEGOZIATA  
- ex art. 25 comma 1 L.R. 12/05 -

REALIZZAZIONE EDIFICI AD USO  
COMMERCIALE E RESIDENZIALE  
AMBITO DI TRASFORMAZIONE ATU 03  
VIALE EUROPA  
CREMA (CR)

Committente  
C.L.A.R. s.r.l.

## PREMESSA

Scopo del presente lavoro è stata un'indagine geologica finalizzata:

- all'individuazione delle criticità ambientali;
- alla determinazione preliminare delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione;
- all'accertamento della soggiacenza della falda freatica;
- alla valutazione della suscettibilità sismica dei terreni di fondazione.

Il presente studio, dato che l'intervento proposto ricade nelle fattispecie previste dall'art. 25 comma n°1 della L.R. 12/2005, è stato redatto in conformità a quanto previsto dalla D.G.R. n°8/7374 del 28 maggio 2008 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*", a cui si rimanda per ulteriori particolari.

## CARATTERI GEOLOGICI E DI INQUADRAMENTO

L'area indagata si trova in comune di Crema (CR), viale Europa n°5 ed è catastalmente identificata come segue:

- mappale n°41 - foglio n°45 c.c. di CREMA (CR).

Da un punto di vista morfologico, la zona è caratterizzata da un andamento pianeggiante ed è attualmente parte edificata. La quota s.l.m. è di circa 78 metri.

Da un punto di vista geologico l'area è inquadrata, secondo il Foglio n°46 (Treviglio) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, all'interno dell'unità denominata "**Alluvioni sabbiose e ghiaiose corrispondenti al livello fondamentale della pianura**", nota anche con la denominazione "**Diluvium Recente, Auct.**"

Tale unità è costituita, seppure con variazioni anche notevoli da zona a zona, da sabbie più o meno ghiaiose entro cui sono sporadicamente presenti livelli di materiale argilloso a scarsa persistenza laterale.

Al tetto, i terreni del Diluvium Recente sono costantemente caratterizzati dalla presenza di uno strato di alterazione con spessore di circa due metri, avente natura essenzialmente limoso-sabbiosa.

Sotto la superficie freatica, in accordo con le citate "Note Illustrative", le sabbie e le ghiaie vanno soggette ad una lavatura ad opera delle acque di falda, per cui si presentano spesso povere o addirittura prive di materiale fine.

## **INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO**

L'area in esame (da un punto di vista idraulico ed idrogeologico) si inquadra nel contesto più ampio della pianura padana, caratterizzata dalla presenza di una capillare rete idrografica posta in comunicazione più o meno diretta con la sottostante falda freatica.

Da un punto di vista idrografico, l'area è caratterizzata da una sequenza di acquiferi sovrapposti, tipica delle aree di pianura, di seguito sommariamente descritta.

Procedendo dal p.c. verso il basso possiamo distinguere le seguenti litologie:

- da m -0 a m -45 circa da p.c., sabbie e sabbie ghiaiose caratterizzate da buoni parametri di permeabilità. Questo strato è generalmente la sede della falda freatica la cui superficie è posta, (relativamente all'area in esame) a circa -6.0 metri da p.c., risentendo in ogni caso di escursioni in relazione all'andamento delle precipitazioni atmosferiche e secondariamente dei periodi di irrigazione. La permeabilità è pari a circa  $1.5 \times 10^{-3}$  m/s.
- da m -45 a m -60 da p.c. limi sabbiosi a scarso coefficiente di permeabilità. Questo livello rappresenta per lo più il letto della falda freatica superficiale e la separa dalle sottostanti falde (artesiane) a scala locale, anche se non sono da escludersi possibili fenomeni di interferenza tra acquiferi sovrapposti in altre zone.
- da m -60 a m -70 circa da p.c., sabbie ghiaiose che costituiscono la prima falda semiconfinata a livello locale. Tali litologie sono caratterizzate da buoni valori di portata e permeabilità.

## **CARATTERISTICHE DELL'OPERA**

L'intervento oggetto di indagine è rappresentato dalla realizzazione di n°2 edifici da adibire ad uso commerciale e residenziale, previa demolizione di quanto attualmente esistente

Secondo i dati forniti dal Progettista gli edifici saranno costituiti da un piano interrato e n°2 piani fuori terra.

Per maggiori particolari si rimanda alla documentazione di progetto.

## **DESCRIZIONE DELLE INDAGINI**

In ottemperanza al disposto normativo vigente ed allo scopo di addivenire ad una corretta caratterizzazione dal punto di vista geotecnico dei terreni di fondazione, sono state eseguite n°10 prove penetrometriche dinamiche DPSH sul sedime delle opere in progetto, con conseguenti

# LA BOSCARINA

GEOLOGIA APPLICATA – IDROGEOLOGIA - MINING CONSULTING

Dott. Geol. Mario Lunghi

valutazioni e calcoli dei principali parametri geotecnici del terreno investigato. La posizione delle indagini è riportata in planimetria, nell'allegata tavola n°6.

Le prove sono state realizzate mediante penetrometro dinamico DPSH, avente caratteristiche conformi alle procedure di riferimento ISSMFE, al fine di valutare la resistenza alla penetrazione del terreno.

La scelta di tale attrezzatura è stata condizionata dalla possibile presenza di ciottoli e materiale ghiaioso, che rende difficoltosa l'esecuzione di prove penetrometriche statiche.

Le prove hanno raggiunto le seguenti quote da p.c.:

- Prova n°1	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°2	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°3	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°4	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°5	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°6	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°7	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°8	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°9	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m
- Prova n°10	Quota di riferimento	0.0 m	Profondità da p.c.	-8.0 m

I diagrammi delle singole prove sono riportati in allegato al presente studio.

Nel complesso, le prove realizzate (vedi anche diagrammi riportati in Allegato) denotano un andamento abbastanza tipico, con alternanze ripetute e spesso repentine di litologia e conseguenti variazioni dei parametri geotecnici caratteristici.

Possiamo schematizzare la situazione come segue:

- da 0 m da p.c. a circa -0.5 m da p.c., materiali di riempimento di natura grossolana (sabbie ghiaiose);
- da -0.5 m da p.c. a circa -2.0 m da p.c., limi sabbiosi poco addensati (NSPT<sub>20</sub> 1÷3 colpi), con mediocri caratteristiche geotecniche;

# LA BOSCARINA

GEOLOGIA APPLICATA – IDROGEOLOGIA MINING CONSULTING

Dott. Geol. Mario Lunghi

- da -2.0 m da p.c. fino ad almeno -8.0 m da p.c., (massima profondità raggiunta dalle prove eseguite) alternanze di terreni sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi da mediamente a ben addensati (NSPT<sub>20</sub> 5÷15 colpi), con caratteristiche geotecniche nel complesso buone.

Il quadro dei parametri geotecnici attribuiti ai terreni individuati, desunti dalle prove in situ eseguite, è riassumibile come segue:

Unità geotecnica	Spessore (m)	Peso di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio	Densità relativa (%)
1	0.3 ÷ 0.9	15.49 ÷ 20.99	28.8 ÷ 36.0	60.47 ÷ 100.00
2	1.2 ÷ 1.8	13.24 ÷ 14.61	27.3 ÷ 28.2	21.55 ÷ 42.47
3	5.6 ÷ 6.5 (minimo)	15.42 ÷ 16.93	28.8 ÷ 30.0	43.01 ÷ 53.09

Per maggiori particolari si rimanda alla tabelle di calcolo dei parametri geotecnici caratteristici, prodotte in allegato al presente studio.

Contestualmente all'esecuzione delle prove di caratterizzazione geotecnica di cui al capitolo precedente, si è provveduto alla misurazione della soggiacenza della falda freatica mediante piezometro portatile.

I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

- Prova n°1	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -6.00 m da p.c.
- Prova n°2	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -6.00 m da p.c.
- Prova n°3	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.10 m da p.c.
- Prova n°4	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.90 m da p.c.
- Prova n°5	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -1.20 m da p.c.
- Prova n°6	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.20 m da p.c.
- Prova n°7	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.20 m da p.c.
- Prova n°8	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.10 m da p.c.
- Prova n°9	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -0.20 m da p.c.
- Prova n°10	Soggiacenza: n.d.	Foro chiuso a: -5.50 m da p.c.

# LA BOSCARINA

GEOLOGIA APPLICATA – IDROGEOLOGIA · MINING CONSULTING

Dott. Geol. Mario Lunghi

Pur in mancanza di una determinazione esatta del livello di falda, si può escludere la presenza di acqua al di sopra di -6.0 m da p.c. anche se dati disponibili di letteratura (COMUNE DI CREMA, STUDIO GEOLOGICO DI PGT), portano a collocare la soggiacenza ad una quota non inferiore a -5.0 m da p.c.

## SISMICITA'

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 23-03-2003 (che ha riclassificato l'intero territorio nazionale da un punto di vista sismico), aggiornata dalla Regione Lombardia con D.G.R. n°X/2129 del 11-07-2014, il territorio del comune di Crema ricade in zona **3**, mentre precedentemente esso non era classificato come "sismico" ai sensi del D.M. 19-03-1982

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI ( $A_g/G$ )	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO ( $A_g/G$ )
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione dalla normativa viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Allo scopo di ricavare i parametri sismici caratteristici del terreno di fondazione, in considerazione della modesta classe di importanza dell'opera in progetto, sono stati direttamente utilizzati i risultati delle indagini penetrometriche dinamiche DPSH, correlabili con la velocità media delle onde di taglio mediante la formula di OHTA e GOTO (1978)

$$V_s = 54.33 N_{spt}^{0.173} \alpha \beta (z/0.303)^{0.193}$$

Dove

$V_s$  = velocità media delle onde di taglio (in m/s)

$\alpha$  = coefficiente che dipende dall'età del deposito

$\beta$  = coefficiente che dipende dalla composizione granulometrica del deposito

$z$  = profondità del deposito (in m)

Sulla base di esperienze desunte da indagini effettuate in zone prossime a quella in esame, il valore di  $V_s$  a 30 metri di profondità (come previsto dalla normativa) è stato ricavato per interpolazione dal valore ricavato alla quota di fondo delle prove eseguite.

I parametri ricavati dalle prove eseguite sono i seguenti:

- Prova n°1	$V_s$ 30: 174 m/s
- Prova n°2	$V_s$ 30: 198 m/s
- Prova n°3	$V_s$ 30: 190 m/s
- Prova n°4	$V_s$ 30: 174 m/s
- Prova n°5	$V_s$ 30: 174 m/s
- Prova n°6	$V_s$ 30: 165 m/s
- Prova n°7	$V_s$ 30: 182 m/s
- Prova n°8	$V_s$ 30: 213 m/s
- Prova n°9	$V_s$ 30: 155 m/s
- Prova n°10	$V_s$ 30: 165 m/s

Poiché la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri, è risultata non inferiore a **155** m/s, il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo **D**, secondo la tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008 (terreni a grana grossa poco addensati o terreni a grana fine poco consistenti), con valori di  $N_{spt}$  inferiori a 15 colpi e valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/s.

## LIQUEFAZIONE SISMICA

Il fenomeno della liquefazione dei terreni durante i terremoti interessa in genere i depositi sabbiosi e/o sabbioso-limosi sciolti, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi.

Durante una sollecitazione sismica infatti, le sollecitazioni indotte nel terreno possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di confinamento, annullando la resistenza al taglio ed inducendo fenomeni di fluidificazione.

Dall'osservazione di zone colpite da liquefazione, si è notato che questa avviene nelle seguenti circostanze:

- terremoti di magnitudo uguale o superiore a 5,5, con accelerazioni superiori o uguali a 0,2 g;
- al disopra dei 15 metri di profondità. Oltre questa profondità non sono state osservate liquefazioni;
- la profondità della falda è posizionata in prossimità della superficie (inferiore a -3 metri da p.c.);
- lo strato liquefacibile deve avere uno spessore maggiore di 3 metri oppure essere compreso tra due contorni impermeabili;
- la liquefazione sismica dei terreni di imposta può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo spessore dello strato superficiale non soggetto a liquefazione sia inferiore a 3 metri.

Da tutto quanto sopra esposto, data la profondità della falda freatica nella zona in esame (non inferiore a -6.0 m da p.c.) e la presenza di litotipi non liquefacibili al di sotto di -2.0 metri da p.c. si ritiene come il pericolo di liquefazione dei terreni (in relazione ad una eventuale sollecitazione sismica) sia trascurabile.

## **ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI**

Come già evidenziato nei capitoli precedenti l'area in esame è classificata, sulla base dell'analisi sismica di primo livello nel PGT comunale, nella classe di pericolosità **Z4a**.

Allo scopo di fornire una quantificazione maggiormente sito-specifica dei terreni di fondazione da un punto di vista sismico, è stata eseguita anche un'analisi di secondo livello, conformemente alle modalità operative riportate nella circolare emanata dalla REGIONE LOMBARDIA – *Criteri attuativi L.R. 12/05 per il Governo del territorio*.

La procedura operativa può essere brevemente descritta come segue (per maggiori particolari si rimanda alla pubblicazione di riferimento).

L'analisi sismica di secondo livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e riguarda:

- 1) le costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali;
- 2) industrie con attività pericolose;

3) reti viarie e ferroviarie, la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

La procedura consiste in un approccio di tipo semi quantitativo della risposta sismica dei terreni in termini di *Fattore di Amplificazione (FA)*.

Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di FA.

Il valore di FA si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1÷0.5 secondi e 0.5÷1.5 secondi. I due intervalli di periodo (per i quali viene calcolato il valore di FA) sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più frequentemente presenti sul territorio regionale.

In particolare, l'intervallo compreso tra 0.1 e 0.5 secondi si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre quello tra 0.5 e 1.5 secondi è più adatto per strutture più alte e flessibili.

La procedura di secondo livello fornisce valori di FA per entrambi gli intervalli di periodo considerati.

Data la configurazione morfologica del tutto pianeggiante dell'area presa in esame (aree pianeggianti – T1) si descriverà nel seguito la sola valutazione di FA per gli effetti litologici.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei terreni presenti nel sito (ghiaie, sabbie, limi, argille, etc. ...);
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs per ciascuno strato;
- modello geotecnico dell'area ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici (ad es. curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT) si individua la litologia prevalente presente nel sito e quindi la relativa scheda di valutazione presente sulla pubblicazione di riferimento.

Una volta individuata la scheda di riferimento si sceglie, all'interno di questa ed in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato specificato, la curva più adatta per la valutazione del valore di FA nei due intervalli (0.1÷0.5 secondi e 0.5÷1.5 secondi), in base al valore del "*periodo proprio del sito (T)*".

A sua volta il valore di T (necessario per l'utilizzo della specifica scheda di riferimento) è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità significativa (teoricamente fino alla profondità in corrispondenza della quale il valore della velocità Vs è uguale o superiore ad 800 m/s) ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4Z}{\sum_{i=1}^n V_{s1} \times \frac{h_1}{Z}}$$

Dove  $h_1$  e  $V_{s1}$  sono lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo del modello e  $z$  = profondità significativa.

Il valore di FA determinato come sopra (ed approssimato alla prima cifra decimale) dovrà essere utilizzato per la valutazione del grado di protezione, in base alla normativa antisismica vigente.

Tale valutazione viene effettuata, in termini di contenuti energetici, confrontando il valore così ottenuto per il parametro FA con uno di analogo significato, calcolato per ciascun Comune e riportato nella banca dati regionale. Tale valore tabulato rappresenta il "valore di soglia", oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di FA con le schede di riferimento e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di FA è inferiore od uguale al valore di soglia corrispondente: le risultanze derivanti dall'applicazione della normativa sono da considerarsi sufficienti a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi in fase di progettazione si applica lo spettro dalla stessa previsto (classe di pericolosità H1);
- il valore di FA è superiore al valore di soglia corrispondente: le risultanze derivanti dall'applicazione della normativa sono da considerarsi insufficienti a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2). In questo caso l'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali (quindi con acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di

registrazione ad hoc) o numeriche (con modellazione di situazioni reali tramite codici di calcolo più o meno complessi).

Sulla base dei dati ricavati dalle indagini sopra descritte, i parametri caratteristici per l'area in esame possono essere riassunti come segue:

Numero strato	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	0.3 ÷ 0.9	135 ÷ 301
2	1.2 ÷ 1.8	55 ÷ 110
3	5.6 ÷ 6.5 (minimo)	131 ÷ 163

Sulla base delle risultanze di terreno si è adottata la scheda di riferimento corrispondente al litotipo "sabbie".

Il valore di T è pari a **0.62 ÷ 0.77** e quindi, secondo la metodologia sopra descritta, il valore di FA che ne deriva è pari a **1.06 ÷ 1.25** (periodo 0.1÷0.5 secondi) ovvero a **1.92 ÷ 1.99** (periodo 0.5÷1.5 secondi).

Confrontando il valore di FA con quello tabulato per il comune di riferimento (pari a **2.2** e **4.1** rispettivamente per i periodi compresi tra 0.1 e 0.5 secondi e tra 0.5 e 1.5 secondi) risulta verificata la relazione  $FA < T_{TAB}$  e quindi si può assumere come adeguato il valore suggerito dalla procedura.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento all'oggetto, si possono esprimere le seguenti considerazioni conclusive:

- è stata svolta una indagine geologico-geotecnica ai sensi della normativa vigente, i cui risultati sono riportati nell'allegata relazione.
- L'indagine di cui sopra ha evidenziato la presenza di un apprezzabile spessore di terreni con scadenti caratteristiche geotecniche fino ad un massimo di -2.0 m da p.c. Al di sotto di tale quota i terreni sono di tipo sabbioso-ghiaioso nel complesso ben addensati, con buone caratteristiche geotecniche.
- Un'ispezione diretta di campagna non ha mostrato l'esistenza di corsi d'acqua pubblici soggetti a particolare pericolo di esondazione nelle immediate vicinanze dell'area indagata;
- In considerazione di quanto qui sopra riportato ed ai sensi della D.G.R. di riferimento, secondo il P.G.T. comunale vigente, la maggior la quasi totalità dell'area oggetto di intervento (ad eccezione

di una modesta porzione posta a sud-est che ricade nella classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni) può essere classificata come a **"fattibilità geologica con consistenti limitazioni"** (**Classe 3d – aree con scadenti caratteristiche geotecniche** - ex D.G.R. n°8/7374 del 28 maggio 2008 e s.m.i.) che lo strumento urbanistico definisce nel seguente modo: *"ricadono all'interno di questa sottoclasse le aree caratterizzate da terreni superficiali prevalentemente argillosi e limoso-argillosi, che presentano scarse proprietà geologico-tecniche, inadeguate a sopportare i sovraccarichi, anche di modesta entità, trasmessi ad essi attraverso le strutture di fondazione. La compressibilità del materiale argilloso è tale da determinare (per il campo di tensioni più frequentemente trasmesse al terreno) cedimenti assoluti e differenziali significativi, sia in condizioni sismiche che non sismiche, potenzialmente incompatibili con la stabilità delle sovrastrutture.*

*Le aree che presentano le sopracitate caratteristiche sono state individuate in corrispondenza dell'area del Moso di Crema e della porzione nord-orientale / sud-orientale del territorio comunale, mentre le aree del centro edificato di Crema e quelle localizzate a nord del depuratore Serio 1 assegnate a questa sottoclasse sono caratterizzate prevalentemente dalla presenza in superficie di materiale inerte e/o riporto (resti di calcestruzzo, metalli, laterizi, scorie di altoforno)".* Tale classe di fattibilità si intende confermata nel presente studio.

- Le indagini hanno mostrato l'assenza, all'interno dei terreni di fondazione, di una falda freatica avente caratteristiche di permanenza a profondità inferiori a -6 m da p.c. anche se dati disponibili in letteratura (COMUNE DI CREMA, STUDIO GEOLOGICO DI PGT, *cit.*), collocano la soggiacenza ad una quota non inferiore a -5.0 m da p.c.;
- In ogni caso non si possono escludere occasionali fenomeni di risalita del livello freatico, in dipendenza dall'andamento meteorologico stagionale;
- Conseguentemente, le opere di fondazione (per quote di imposta al di sotto di circa -2.0 m da p.c.) andranno ad impostarsi su terreni aventi caratteristiche geotecniche buone, anche se con una limitata eterogeneità compositiva da punto a punto;
- Tale variabilità si riflette in un'analogia differenza per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche da un punto all'altro, con la possibile insorgenza di fenomeni di cedimento differenziale;

- Date le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione si dovrà tener conto, in fase di progettazione delle opere, dei cedimenti al piede attesi anche in relazione a possibili fenomeni di cedimento differenziale;
- Durante lo scavo e la realizzazione dell'opera in progetto dovranno essere predisposti opportuni accorgimenti tecnico-progettuali, volti ad ottenere la stabilità delle pareti dello scavo per tutta la durata delle operazioni;
- Dovranno essere predisposti opportuni accorgimenti volti ad impedire l'interazione delle opere di fondazione con le acque di falda in occasione ad esempio di risalite del livello freatico.

## ALLEGATI

- Inquadramento geografico alla scala 1:10.000;
- Inquadramento geologico alla scala 1:100.000;
- Inquadramento idrografico alla scala 1:10.000;
- Carta isopiezometrica alla scala 1:10.000;
- Sezioni idrogeologiche;
- Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano;
- Carta di pericolosità sismica;
- Ubicazione dei punti di indagine;
- Diagrammi Nr-Np delle singole prove;
- Stima dei parametri geotecnici dei terreni indagati.





LEGENDA

 = UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO

<p><b>LA BOSCARINA</b>                  Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting                  Dott. Geol. Lunghi Mario</p>		<p>Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR)                  Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535                  E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192</p>	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	1:10.000	11/09/2018	<b>1</b>



LEGENDA

 = UBICAZIONE INDICATIVA AREA INTERVENTO

<b>LA BOSCARINA</b>		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR)	
Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting		Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535	
Dott. Geol. Lunghi Mario		E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore			Prot.
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	1:100.000	11/09/2018	<b>2</b>

	Alluvioni ghiaioso-sabbioso-limose degli alvei abbandonati ed attivi.
	Alluvioni sabbiose e ghiaiose, poligeniche, costituenti il sistema di terrazzi immediatamente sottostanti al livello fondamentale della pianura; strato di alterazione superficiale mancante o molto ridotto.
	Alluvioni fluvio-glaciali sabbiose e ghiaiose per lo più non alterate, corrispondenti al livello fondamentale della pianura; strato di alterazione giallo rossiccio generalmente inferiore al metro e con spessori maggiori nella parte settentrionale della pianura. <i>WÜRМ</i> - <i>RISS</i> p.p. (Diluvium recente).
	Depositi morenici ghiaioso-limosi non alterati. <i>WÜRМ</i> .
	Depositi morenici ghiaioso-limosi debolmente alterati. <i>RISS</i>
	Alluvioni fluvio-glaciali sabbiose e ghiaiose, poligeniche, con strato di alterazione argilloso ocreaceo ("ferretto"), potente sino a 2,50 m, progressivamente meno alterate in profondità. <i>MINDEL</i> . (Diluvium antico)
	Depositi morenici, formati da ciottoli profondamente alterati ed inglobati in una matrice argillosa ocreacea ("ferretto"), più abbondante in superficie. <i>MINDEL</i> .
	Conglomerato poligenico con sottili intercalazioni lenticolari di arenarie e sabbie, in banchi massicci suborizzontali, passente a ghiaie sciolte. "CEPPO:"

<b>LA BOSCARINA</b>			
Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR) Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
LEGENDA INQUADRAMENTO GEOLOGICO		11/09/2018	



LEGENDA

 = UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO

<b>LA BOSCARINA</b> Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR) Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	1:100.000	11/09/2018	<b>3</b>



LEGENDA

 = UBICAZIONE AREA INTERVENTO

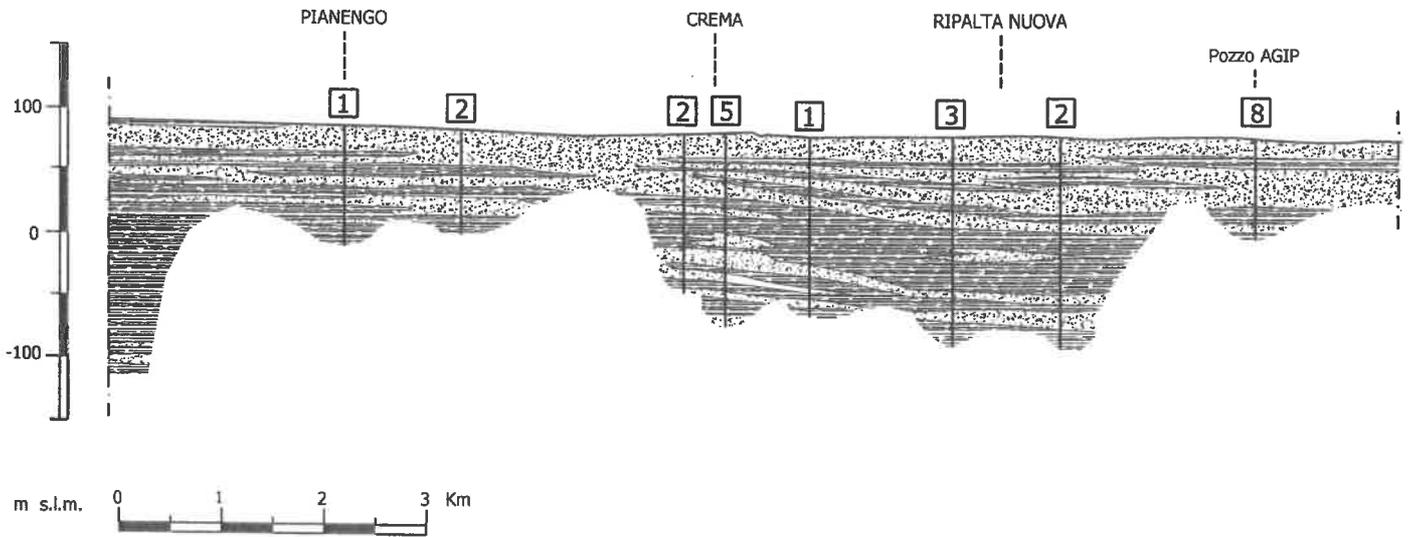
 100 = LIVELLO SOGGIACENZA FALDA

<b>LA BOSCARINA</b> Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR) Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
CARTA ISOPIEZOMETRICA	1:10.000	11/09/2018	<b>4</b>

Sezione idrogeologica Nord - Sud

Nord

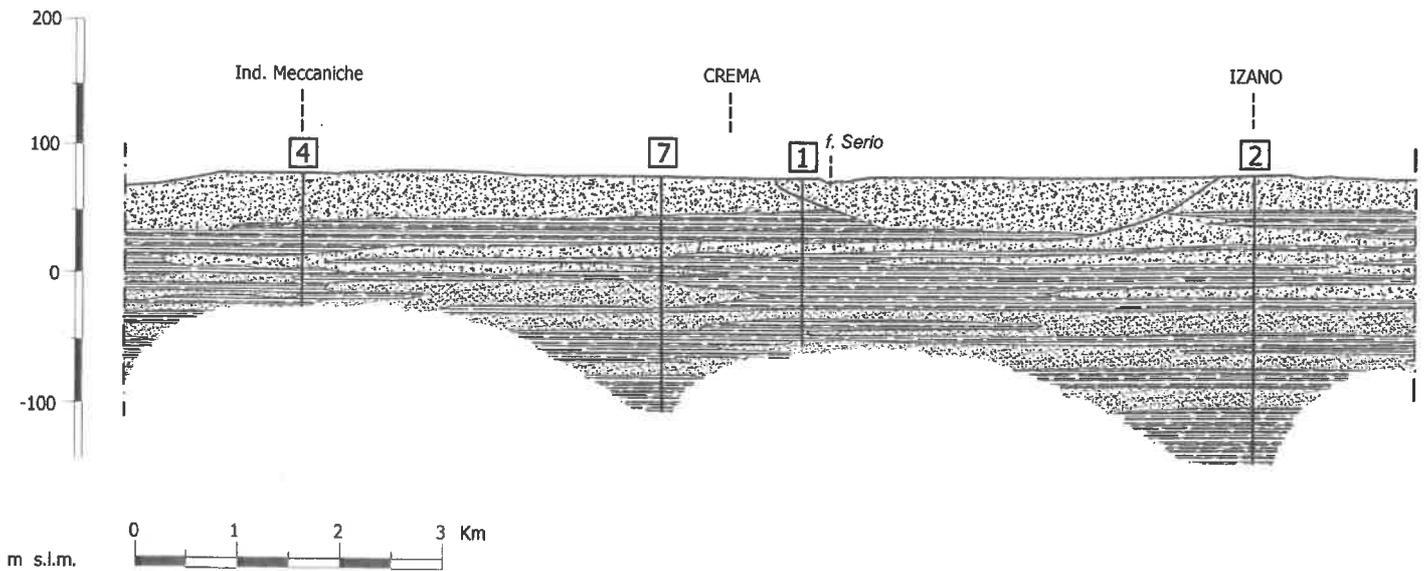
Sud



Sezione idrogeologica Est - Ovest

Ovest

Est



<b>LA BOSCARINA</b> Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR) Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
SEZIONI IDROGEOLOGICHE		11/09/2018	<b>5</b>





LEGENDA

 = UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO: PSL Z4: "Zona di fondovalle con depositi fluvio-glaciali granulari"

<b>LA BOSCARINA</b>		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR)	
Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
CARTA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	1:10.000	11/09/2018	<b>7</b>



LEGENDA

 = PROVA PENETROMETRICA

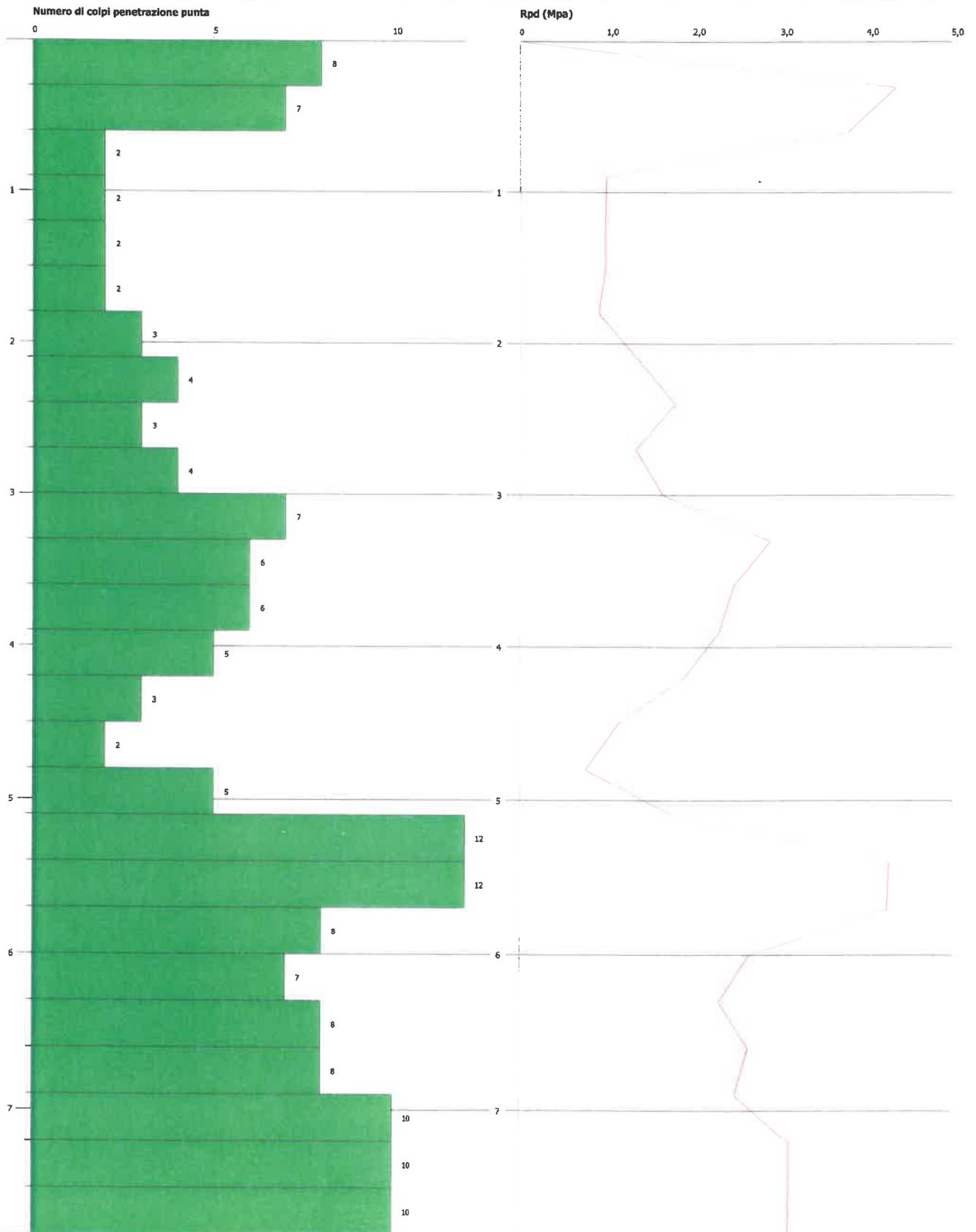
 = DELIMITAZIONE AREA DI INTERVENTO

<b>LA BOSCARINA</b> Geologia Applicata - Idrogeologia - Mining Consulting Dott. Geol. Lunghi Mario		Via P. Donati n°48 - 26013 - CREMA (CR) Tel. 0373/80351 - Cell. 347/5347591 - Fax 0373/258535 E-mail: info@laboscarina.com - P. IVA: 00986970192	
Attuatore		Prot.	
C.L.A.R. s.r.l.			
Descrizione	Scala	Data	Tavola
UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE		11/09/2018	<b>8</b>

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10	0,60	10	Gibbs & Holtz 1957	76,58
Strato 2	3	1,80	3	Gibbs & Holtz 1957	38,54
Strato 3	4	3,00	4	Gibbs & Holtz 1957	40,66
Strato 4	7	4,20	7	Gibbs & Holtz 1957	49,62
Strato 5	3	4,80	3	Gibbs & Holtz 1957	30,8
Strato 6	10	7,80	10	Gibbs & Holtz 1957	50,97

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10	0,60	10	Japanese National Railway	30
Strato 2	3	1,80	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 3	4	3,00	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 4	7	4,20	7	Japanese National Railway	29,1
Strato 5	3	4,80	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 6	10	7,80	10	Japanese National Railway	30

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	10	0,60	10	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	3	1,80	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	4	3,00	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	7	4,20	7	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	3	4,80	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 6	10	7,80	10	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10	0,60	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	3	1,80	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Strato 3	4	3,00	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	7	4,20	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	3	4,80	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	10	7,80	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	0,60	10	Meyerhof ed altri	16,97
Strato 2	3	1,80	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 3	4	3,00	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 4	7	4,20	7	Meyerhof ed altri	15,89
Strato 5	3	4,80	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 6	10	7,80	10	Meyerhof ed altri	16,97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	0,60	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
Strato 2	3	1,80	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 3	4	3,00	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 4	7	4,20	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato 5	3	4,80	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 6	10	7,80	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10	0,60	10	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	3	1,80	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	4	3,00	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	7	4,20	7	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	3	4,80	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	10	7,80	10	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10	0,60	10		173,93
Strato 2	3	1,80	3		95,26
Strato 3	4	3,00	4		110
Strato 4	7	4,20	7		145,52
Strato 5	3	4,80	3		95,26
Strato 6	10	7,80	10		173,93

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	10	0,60	10	Seed (1979)	< 0.04

Strato 2	3	1,80	3	(Sabbie e ghiaie) Seed (1979)	< 0.04
Strato 3	4	3,00	4	(Sabbie e ghiaie) Seed (1979)	< 0.04
Strato 4	7	4,20	7	(Sabbie e ghiaie) Seed (1979)	< 0.04
Strato 5	3	4,80	3	(Sabbie e ghiaie) Seed (1979)	< 0.04
Strato 6	10	7,80	10	(Sabbie e ghiaie) Seed (1979)	< 0.04

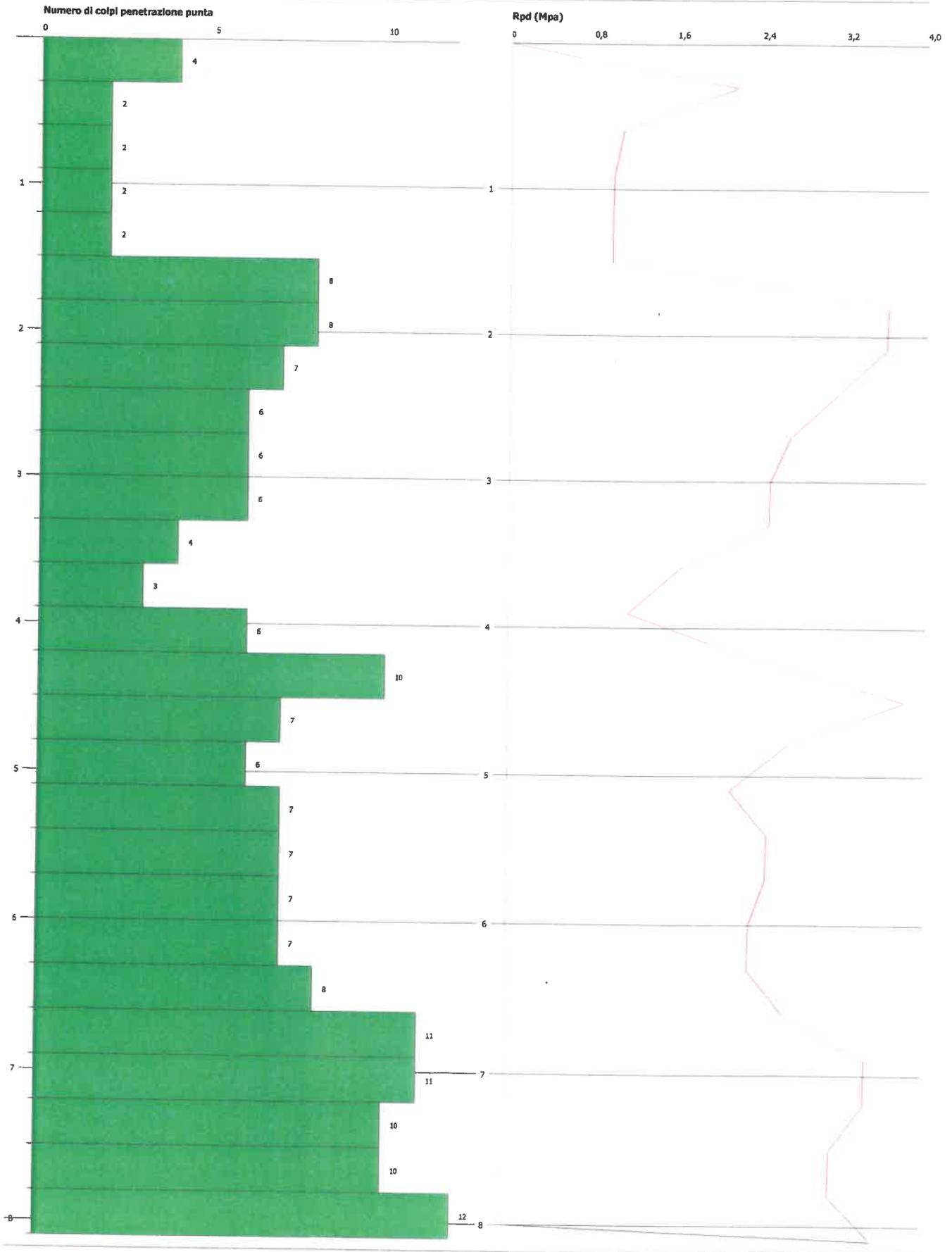
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10	0,60	10	Navfac 1971-1982	2,10
Strato 2	3	1,80	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 3	4	3,00	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 4	7	4,20	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato 5	3	4,80	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 6	10	7,80	10	Navfac 1971-1982	2,10

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6	0,30	6	Gibbs & Holtz 1957	60,47
Strato 2	3	1,50	3	Gibbs & Holtz 1957	39,82
Strato 3	8	3,30	8	Gibbs & Holtz 1957	57,4
Strato 4	4	3,90	4	Gibbs & Holtz 1957	37,34
Strato 5	8	6,30	8	Gibbs & Holtz 1957	48,36
Strato 6	13	8,10	13	Gibbs & Holtz 1957	55,34

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6	0,30	6	Japanese National Railway	28,8
Strato 2	3	1,50	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 3	8	3,30	8	Japanese National Railway	29,4
Strato 4	4	3,90	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 5	8	6,30	8	Japanese National Railway	29,4
Strato 6	13	8,10	13	Japanese National Railway	30,9

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	6	0,30	6	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	3	1,50	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	8	3,30	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	4	3,90	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	8	6,30	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 6	13	8,10	13	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	27,21

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6	0,30	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	3	1,50	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Strato 3	8	3,30	8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	4	3,90	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	8	6,30	8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 6	13	8,10	13	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	6	0,30	6	Meyerhof ed altri	15,49
Strato 2	3	1,50	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 3	8	3,30	8	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 4	4	3,90	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 5	8	6,30	8	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 6	13	8,10	13	Meyerhof ed altri	17,85

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	6	0,30	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato 2	3	1,50	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 3	8	3,30	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	4	3,90	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 5	8	6,30	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 6	13	8,10	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6	0,30	6	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	3	1,50	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	8	3,30	8	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	4	3,90	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	8	6,30	8	(A.G.I.)	0,34
Strato 6	13	8,10	13	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6	0,30	6		134,72
Strato 2	3	1,50	3		95,26
Strato 3	8	3,30	8		155,56
Strato 4	4	3,90	4		110
Strato 5	8	6,30	8		155,56
Strato 6	13	8,10	13		198,31

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	6	0,30	6	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	3	1,50	3	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	8	3,30	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	4	3,90	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	8	6,30	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	13	8,10	13	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

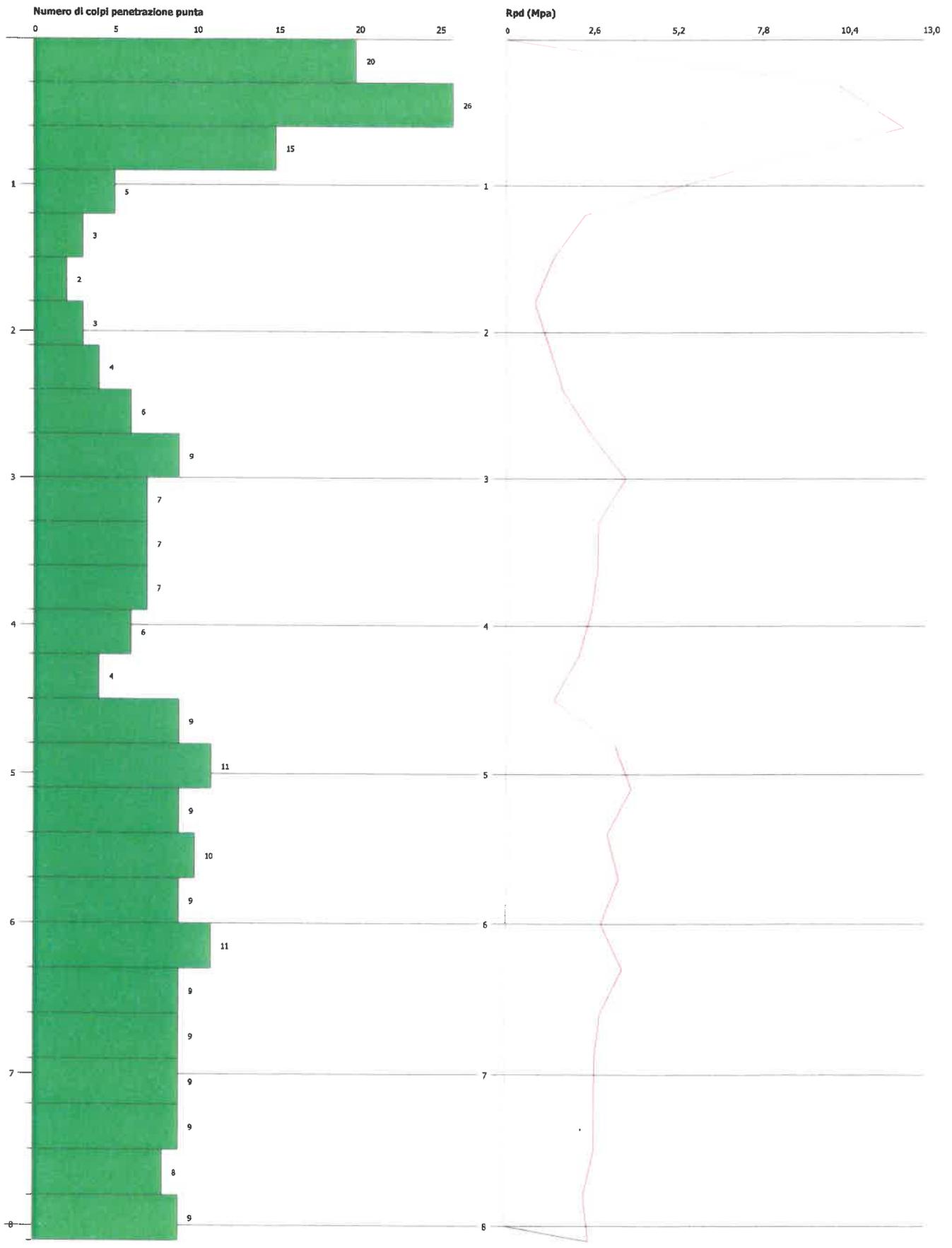
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	6	0,30	6	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 2	3	1,50	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 3	8	3,30	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 4	4	3,90	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 5	8	6,30	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 6	13	8,10	13	Navfac 1971-1982	2,73

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	30	0,60	30	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	1	2,40	1	Gibbs & Holtz 1957	21,55
Strato 3	9	4,20	9	Gibbs & Holtz 1957	56,93
Strato 4	6	4,50	6	Gibbs & Holtz 1957	43,46
Strato 5	12	8,10	12	Gibbs & Holtz 1957	55,04

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	30	0,60	30	Japanese National Railway	36
Strato 2	1	2,40	1	Japanese National Railway	27,3
Strato 3	9	4,20	9	Japanese National Railway	29,7
Strato 4	6	4,50	6	Japanese National Railway	28,8
Strato 5	12	8,10	12	Japanese National Railway	30,6

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	30	0,60	30	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	39,72
Strato 2	1	2,40	1	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	9	4,20	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	6	4,50	6	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	12	8,10	12	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	26,48

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	30	0,60	30	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	1	2,40	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	9	4,20	9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	6	4,50	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	12	8,10	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

				A.G.I. 1977	NTE ADDENSATO
--	--	--	--	-------------	------------------

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	30	0,60	30	Meyerhof ed altri	20,99
Strato 2	1	2,40	1	Meyerhof ed altri	13,24
Strato 3	9	4,20	9	Meyerhof ed altri	16,67
Strato 4	6	4,50	6	Meyerhof ed altri	15,49
Strato 5	12	8,10	12	Meyerhof ed altri	17,55

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	30	0,60	30	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	1	2,40	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 3	9	4,20	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	6	4,50	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato 5	12	8,10	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	30	0,60	30	(A.G.I.)	0,29
Strato 2	1	2,40	1	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	9	4,20	9	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	6	4,50	6	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	12	8,10	12	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	30	0,60	30		301,25
Strato 2	1	2,40	1		55
Strato 3	9	4,20	9		165
Strato 4	6	4,50	6		134,72
Strato 5	12	8,10	12		190,53

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	30	0,60	30	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 2	1	2,40	1	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	9	4,20	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	6	4,50	6	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	12	8,10	12	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

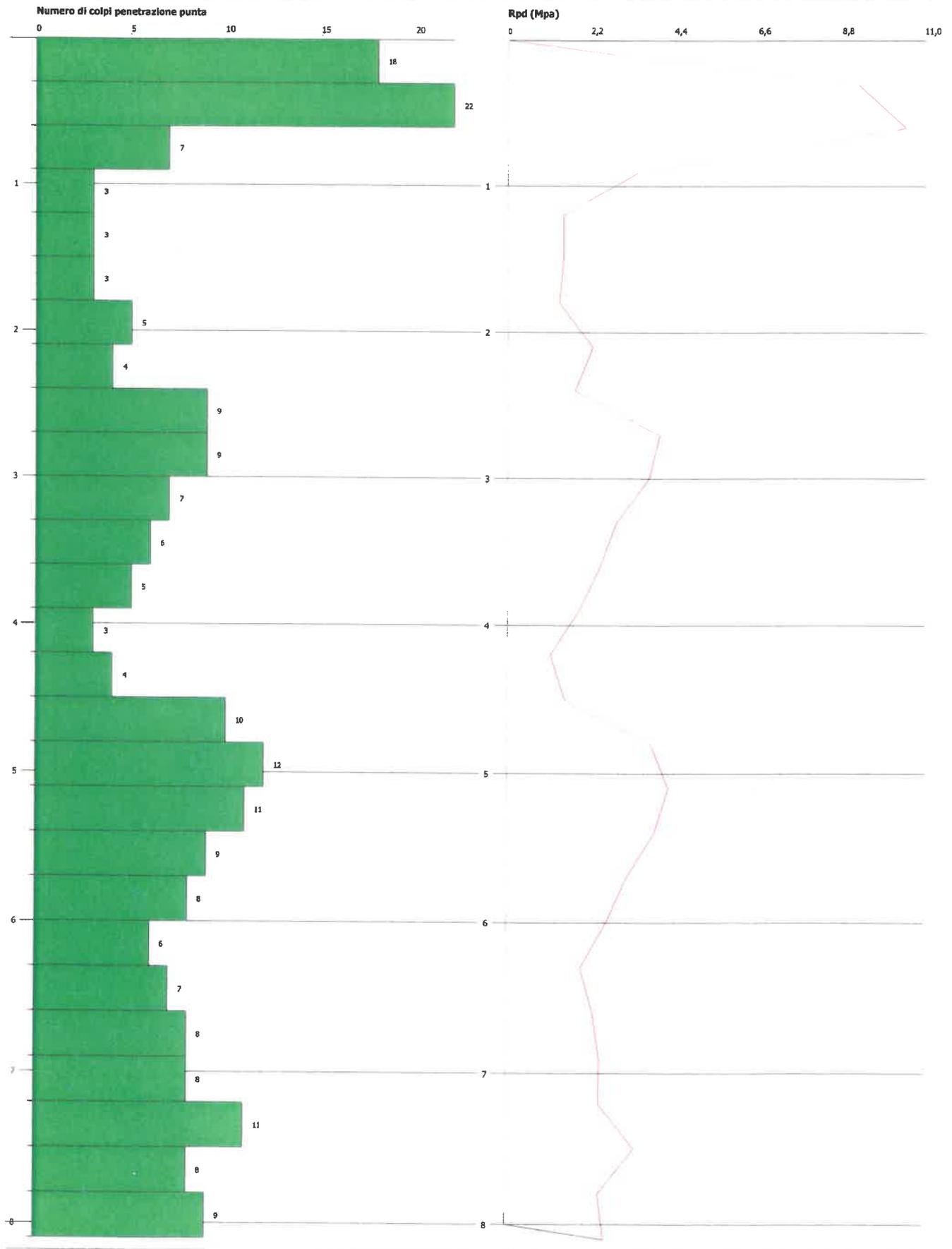
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	30	0,60	30	Navfac 1971-1982	5,61
Strato 2	1	2,40	1	Navfac 1971-1982	0,02
Strato 3	9	4,20	9	Navfac 1971-1982	1,89
Strato 4	6	4,50	6	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 5	12	8,10	12	Navfac 1971-1982	2,52

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
**Strumento utilizzato... DPH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	14	0,90	14	Gibbs & Holtz 1957	88,78
Strato 2	4	2,40	4	Gibbs & Holtz 1957	42,47
Strato 3	9	3,60	9	Gibbs & Holtz 1957	57,7
Strato 4	4	4,50	4	Gibbs & Holtz 1957	36
Strato 5	10	8,10	10	Gibbs & Holtz 1957	50,35

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	14	0,90	14	Japanese National Railway	31,2
Strato 2	4	2,40	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 3	9	3,60	9	Japanese National Railway	29,7
Strato 4	4	4,50	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 5	10	8,10	10	Japanese National Railway	30

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	14	0,90	14	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	27,95
Strato 2	4	2,40	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	9	3,60	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	4	4,50	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	10	8,10	10	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	14	0,90	14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	4	2,40	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	9	3,60	9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	4	4,50	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	10	8,10	10	Classificazione	POCO

A.G.I. 1977 | ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	14	0,90	14	Meyerhof ed altri	18,14
Strato 2	4	2,40	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 3	9	3,60	9	Meyerhof ed altri	16,67
Strato 4	4	4,50	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 5	10	8,10	10	Meyerhof ed altri	16,97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	14	0,90	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
Strato 2	4	2,40	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 3	9	3,60	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	4	4,50	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 5	10	8,10	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	14	0,90	14	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	4	2,40	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	9	3,60	9	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	4	4,50	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	10	8,10	10	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	14	0,90	14		205,79
Strato 2	4	2,40	4		110
Strato 3	9	3,60	9		165
Strato 4	4	4,50	4		110
Strato 5	10	8,10	10		173,93

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	14	0,90	14	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	4	2,40	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	9	3,60	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	4	4,50	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	10	8,10	10	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

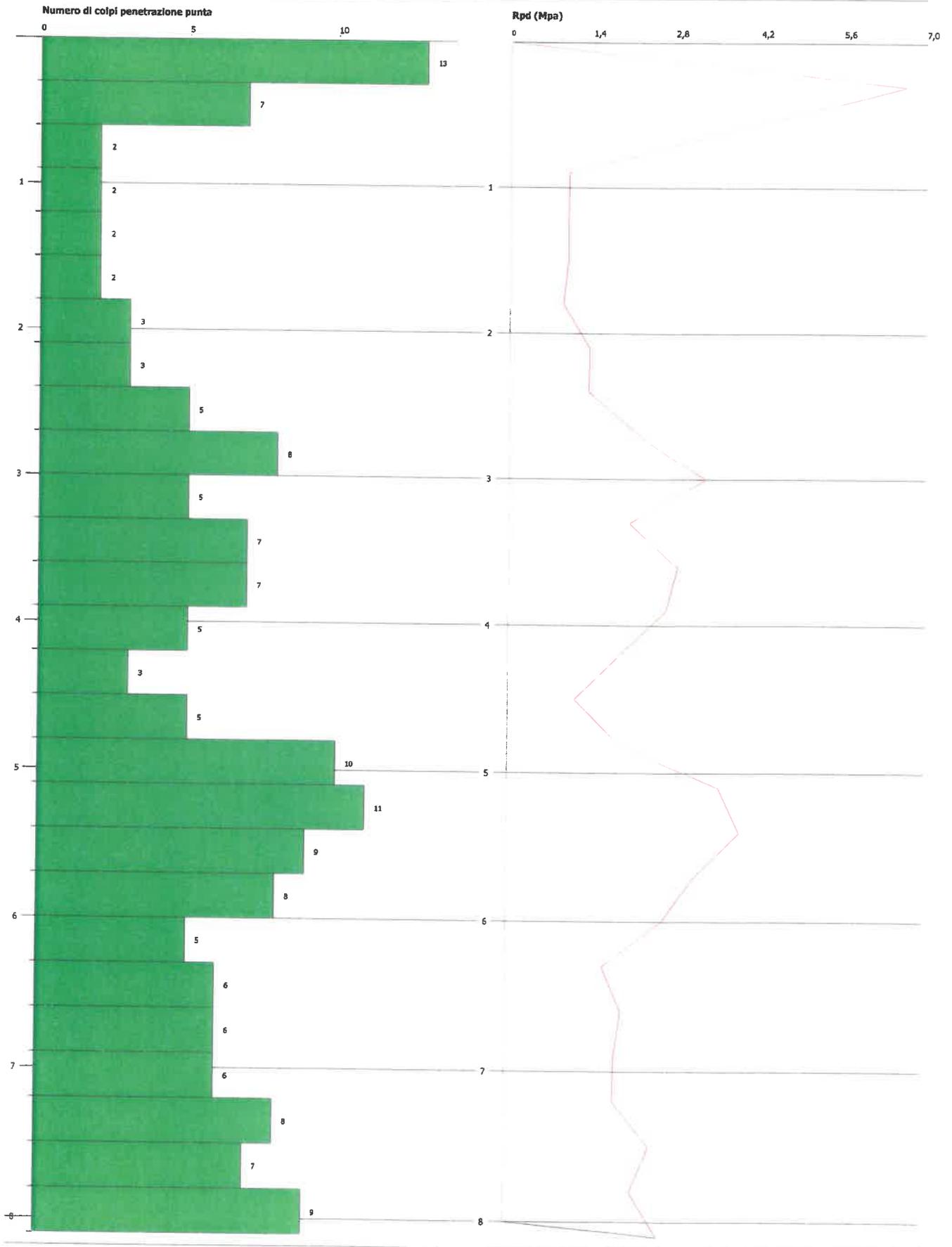
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	14	0,90	14	Navfac 1971-1982	2,93
Strato 2	4	2,40	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 3	9	3,60	9	Navfac 1971-1982	1,89
Strato 4	4	4,50	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 5	10	8,10	10	Navfac 1971-1982	2,10

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	19	0,30	19	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	1	1,80	1	Gibbs & Holtz 1957	22,64
Strato 3	4	2,40	4	Gibbs & Holtz 1957	41,87
Strato 4	6	4,80	6	Gibbs & Holtz 1957	46,18
Strato 5	12	6,00	12	Gibbs & Holtz 1957	58,67
Strato 6	8	7,20	8	Gibbs & Holtz 1957	44,97
Strato 7	10	8,10	10	Gibbs & Holtz 1957	47,9

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	19	0,30	19	Japanese National Railway	32,7
Strato 2	1	1,80	1	Japanese National Railway	27,3
Strato 3	4	2,40	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 4	6	4,80	6	Japanese National Railway	28,8
Strato 5	12	6,00	12	Japanese National Railway	30,6
Strato 6	8	7,20	8	Japanese National Railway	29,4
Strato 7	10	8,10	10	Japanese National Railway	30

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	19	0,30	19	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	31,63
Strato 2	1	1,80	1	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	4	2,40	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	6	4,80	6	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	12	6,00	12	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	26,48
Strato 6	8	7,20	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 7	10	8,10	10	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	19	0,30	19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	1	1,80	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	4	2,40	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	6	4,80	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	12	6,00	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 6	8	7,20	8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 7	10	8,10	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	19	0,30	19	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 2	1	1,80	1	Meyerhof ed altri	13,24
Strato 3	4	2,40	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 4	6	4,80	6	Meyerhof ed altri	15,49
Strato 5	12	6,00	12	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 6	8	7,20	8	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 7	10	8,10	10	Meyerhof ed altri	16,97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	19	0,30	19	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32
Strato 2	1	1,80	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 3	4	2,40	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 4	6	4,80	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato 5	12	6,00	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 6	8	7,20	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 7	10	8,10	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	19	0,30	19	(A.G.I.)	0,32
Strato 2	1	1,80	1	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	4	2,40	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	6	4,80	6	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	12	6,00	12	(A.G.I.)	0,33
Strato 6	8	7,20	8	(A.G.I.)	0,34
Strato 7	10	8,10	10	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	19	0,30	19		239,74
Strato 2	1	1,80	1		55
Strato 3	4	2,40	4		110
Strato 4	6	4,80	6		134,72
Strato 5	12	6,00	12		190,53
Strato 6	8	7,20	8		155,56
Strato 7	10	8,10	10		173,93

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	19	0,30	19	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	1	1,80	1	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	4	2,40	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	6	4,80	6	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	12	6,00	12	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	8	7,20	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 7	10	8,10	10	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

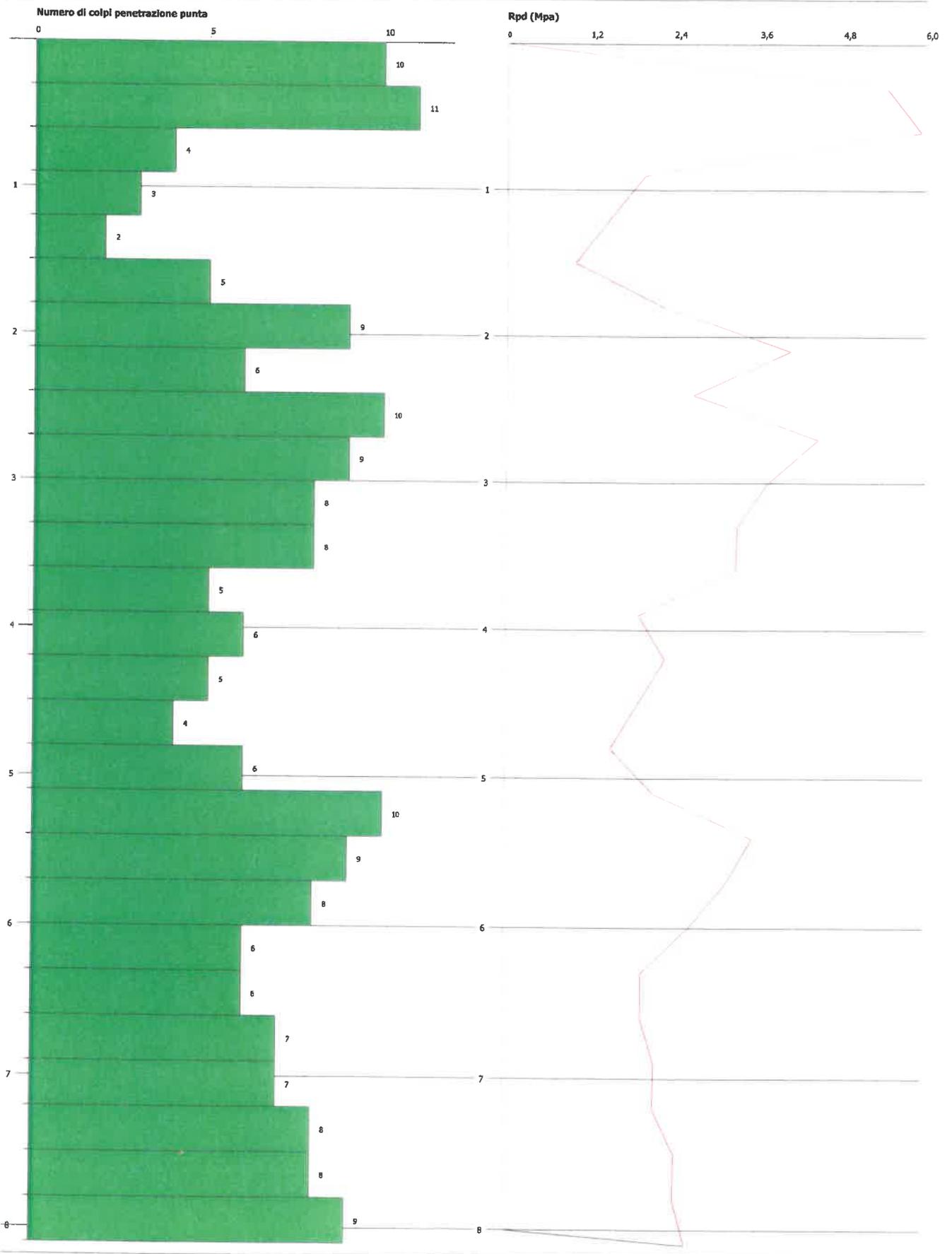
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	19	0,30	19	Navfac 1971-1982	3,87
Strato 2	1	1,80	1	Navfac 1971-1982	0,02
Strato 3	4	2,40	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 4	6	4,80	6	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 5	12	6,00	12	Navfac 1971-1982	2,52
Strato 6	8	7,20	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 7	10	8,10	10	Navfac 1971-1982	2,10

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	15	0,30	15	Gibbs & Holtz 1957	95,31
Strato 2	2	1,50	2	Gibbs & Holtz 1957	32,4
Strato 3	9	3,60	9	Gibbs & Holtz 1957	59,99
Strato 4	6	5,10	6	Gibbs & Holtz 1957	43,48
Strato 5	9	8,10	9	Gibbs & Holtz 1957	47,31

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	15	0,30	15	Japanese National Railway	31,5
Strato 2	2	1,50	2	Japanese National Railway	27,6
Strato 3	9	3,60	9	Japanese National Railway	29,7
Strato 4	6	5,10	6	Japanese National Railway	28,8
Strato 5	9	8,10	9	Japanese National Railway	29,7

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	15	0,30	15	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	28,68
Strato 2	2	1,50	2	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	9	3,60	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	6	5,10	6	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	9	8,10	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	15	0,30	15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	2	1,50	2	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	9	3,60	9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	6	5,10	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	9	8,10	9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO

A.G.I. 1977 ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	15	0,30	15	Meyerhof ed altri	18,44
Strato 2	2	1,50	2	Meyerhof ed altri	13,73
Strato 3	9	3,60	9	Meyerhof ed altri	16,67
Strato 4	6	5,10	6	Meyerhof ed altri	15,49
Strato 5	9	8,10	9	Meyerhof ed altri	16,67

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	15	0,30	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,12
Strato 2	2	1,50	2	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 3	9	3,60	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	6	5,10	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato 5	9	8,10	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	15	0,30	15	(A.G.I.)	0,32
Strato 2	2	1,50	2	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	9	3,60	9	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	6	5,10	6	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	9	8,10	9	(A.G.I.)	0,34

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	15	0,30	15		213,01
Strato 2	2	1,50	2		77,78
Strato 3	9	3,60	9		165
Strato 4	6	5,10	6		134,72
Strato 5	9	8,10	9		165

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	15	0,30	15	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	2	1,50	2	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	9	3,60	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	6	5,10	6	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	9	8,10	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

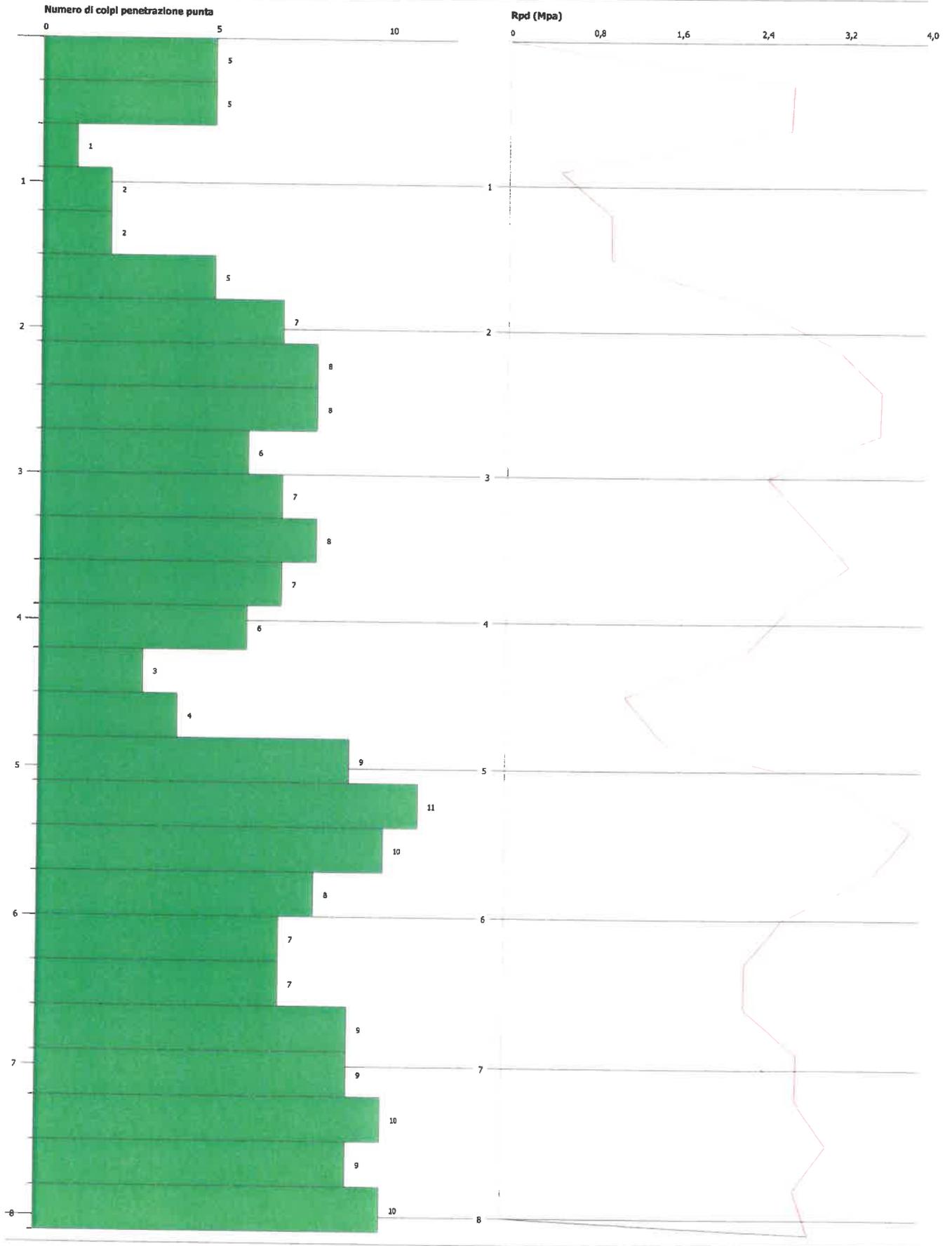
## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	15	0,30	15	Navfac 1971-1982	3,12
Strato 2	2	1,50	2	Navfac 1971-1982	0,27
Strato 3	9	3,60	9	Navfac 1971-1982	1,89
Strato 4	6	5,10	6	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 5	9	8,10	9	Navfac 1971-1982	1,89

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7	0,30	7	Gibbs & Holtz 1957	65,28
Strato 2	1	1,50	1	Gibbs & Holtz 1957	23,06
Strato 3	8	4,20	8	Gibbs & Holtz 1957	55,76
Strato 4	4	4,80	4	Gibbs & Holtz 1957	35,45
Strato 5	11	8,10	11	Gibbs & Holtz 1957	52,82

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7	0,30	7	Japanese National Railway	29,1
Strato 2	1	1,50	1	Japanese National Railway	27,3
Strato 3	8	4,20	8	Japanese National Railway	29,4
Strato 4	4	4,80	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 5	11	8,10	11	Japanese National Railway	30,3

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	7	0,30	7	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	1	1,50	1	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	8	4,20	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	4	4,80	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	11	8,10	11	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	25,74

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	7	0,30	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	1	1,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	8	4,20	8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	4	4,80	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	11	8,10	11	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE

ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	7	0,30	7	Meyerhof ed altri	15,89
Strato 2	1	1,50	1	Meyerhof ed altri	13,24
Strato 3	8	4,20	8	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 4	4	4,80	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 5	11	8,10	11	Meyerhof ed altri	17,26

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	7	0,30	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato 2	1	1,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 3	8	4,20	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	4	4,80	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 5	11	8,10	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7	0,30	7	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	1	1,50	1	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	8	4,20	8	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	4	4,80	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	11	8,10	11	(A.G.I.)	0,33

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7	0,30	7		145,52
Strato 2	1	1,50	1		55
Strato 3	8	4,20	8		155,56
Strato 4	4	4,80	4		110
Strato 5	11	8,10	11		182,41

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	7	0,30	7	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	1	1,50	1	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	8	4,20	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	4	4,80	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	11	8,10	11	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

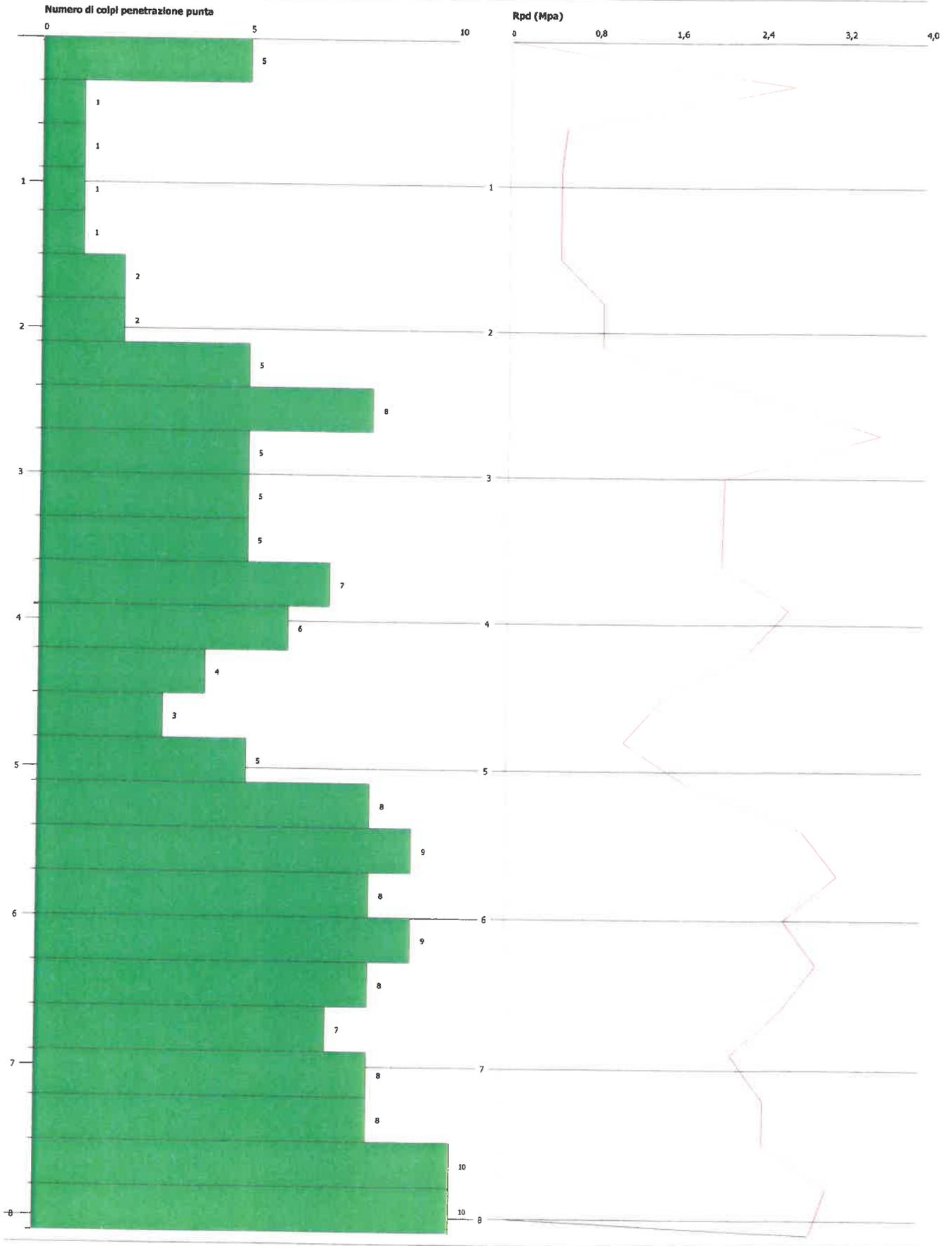
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7	0,30	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato 2	1	1,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
Strato 3	8	4,20	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 4	4	4,80	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 5	11	8,10	11	Navfac 1971-1982	2,31

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
 Cantiere : VIALE EUROPA  
 Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7	0,30	7	Gibbs & Holtz 1957	65,28
Strato 2	1	1,50	1	Gibbs & Holtz 1957	23,06
Strato 3	3	2,10	3	Gibbs & Holtz 1957	37,24
Strato 4	7	4,20	7	Gibbs & Holtz 1957	51,42
Strato 5	4	4,80	4	Gibbs & Holtz 1957	35,72
Strato 6	9	7,50	9	Gibbs & Holtz 1957	48,95
Strato 7	15	8,10	15	Gibbs & Holtz 1957	58,35

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7	0,30	7	Japanese National Railway	29,1
Strato 2	1	1,50	1	Japanese National Railway	27,3
Strato 3	3	2,10	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 4	7	4,20	7	Japanese National Railway	29,1
Strato 5	4	4,80	4	Japanese National Railway	28,2
Strato 6	9	7,50	9	Japanese National Railway	29,7
Strato 7	15	8,10	15	Japanese National Railway	31,5

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	7	0,30	7	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 2	1	1,50	1	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	3	2,10	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	7	4,20	7	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	4	4,80	4	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 6	9	7,50	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 7	15	8,10	15	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	28,68

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	7	0,30	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	1	1,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	3	2,10	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	7	4,20	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	4	4,80	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	9	7,50	9	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 7	15	8,10	15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	7	0,30	7	Meyerhof ed altri	15,89
Strato 2	1	1,50	1	Meyerhof ed altri	13,24
Strato 3	3	2,10	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 4	7	4,20	7	Meyerhof ed altri	15,89
Strato 5	4	4,80	4	Meyerhof ed altri	14,61
Strato 6	9	7,50	9	Meyerhof ed altri	16,67
Strato 7	15	8,10	15	Meyerhof ed altri	18,44

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	7	0,30	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato 2	1	1,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 3	3	2,10	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 4	7	4,20	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato 5	4	4,80	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
Strato 6	9	7,50	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 7	15	8,10	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,12

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7	0,30	7	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	1	1,50	1	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	3	2,10	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	7	4,20	7	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	4	4,80	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	9	7,50	9	(A.G.I.)	0,34
Strato 7	15	8,10	15	(A.G.I.)	0,32

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7	0,30	7		145,52
Strato 2	1	1,50	1		55
Strato 3	3	2,10	3		95,26
Strato 4	7	4,20	7		145,52
Strato 5	4	4,80	4		110
Strato 6	9	7,50	9		165
Strato 7	15	8,10	15		213,01

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	7	0,30	7	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	1	1,50	1	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	3	2,10	3	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	7	4,20	7	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	4	4,80	4	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	9	7,50	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 7	15	8,10	15	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

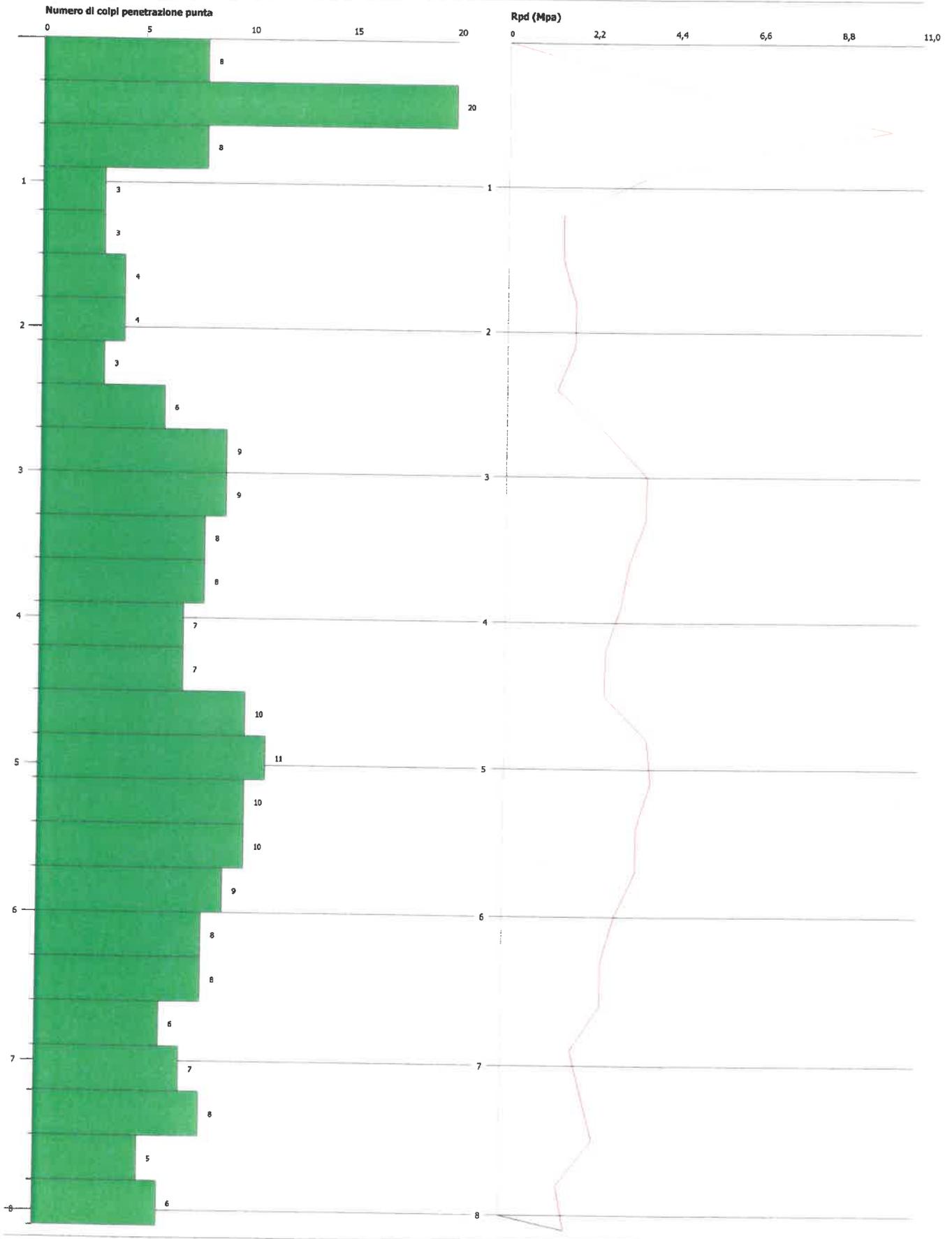
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7	0,30	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato 2	1	1,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
Strato 3	3	2,10	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 4	7	4,20	7	Navfac 1971-1982	1,44
Strato 5	4	4,80	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 6	9	7,50	9	Navfac 1971-1982	1,89
Strato 7	15	8,10	15	Navfac 1971-1982	3,12

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12	0,60	12	Gibbs & Holtz 1957	83,79
Strato 2	3	2,40	3	Gibbs & Holtz 1957	37,56
Strato 3	10	4,50	10	Gibbs & Holtz 1957	59,4
Strato 4	12	6,60	12	Gibbs & Holtz 1957	57,16
Strato 5	8	8,10	8	Gibbs & Holtz 1957	42,73

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12	0,60	12	Japanese National Railway	30,6
Strato 2	3	2,40	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 3	10	4,50	10	Japanese National Railway	30
Strato 4	12	6,60	12	Japanese National Railway	30,6
Strato 5	8	8,10	8	Japanese National Railway	29,4

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	12	0,60	12	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	26,48
Strato 2	3	2,40	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	10	4,50	10	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	12	6,60	12	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	26,48
Strato 5	8	8,10	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12	0,60	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	3	2,40	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	10	4,50	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12	6,60	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Strato 5	8	8,10	8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
----------	---	------	---	--------------------------------	-------------------

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	0,60	12	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 2	3	2,40	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 3	10	4,50	10	Meyerhof ed altri	16,97
Strato 4	12	6,60	12	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 5	8	8,10	8	Meyerhof ed altri	16,28

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	0,60	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 2	3	2,40	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 3	10	4,50	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
Strato 4	12	6,60	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 5	8	8,10	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	12	0,60	12	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	3	2,40	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	10	4,50	10	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	12	6,60	12	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	8	8,10	8	(A.G.I.)	0,34

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12	0,60	12		190,53
Strato 2	3	2,40	3		95,26
Strato 3	10	4,50	10		173,93
Strato 4	12	6,60	12		190,53
Strato 5	8	8,10	8		155,56

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	12	0,60	12	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	3	2,40	3	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	10	4,50	10	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	12	6,60	12	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	8	8,10	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

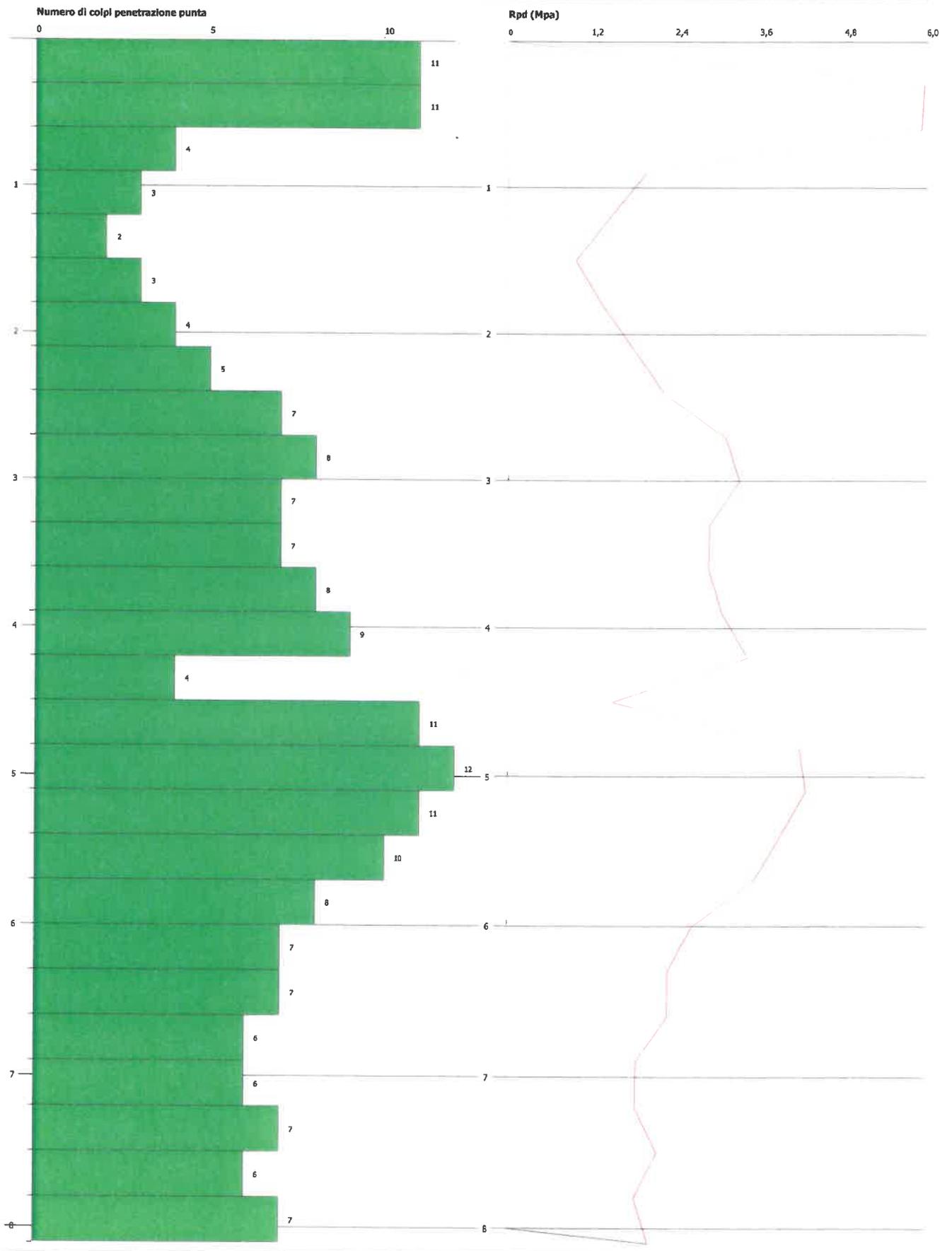
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	12	0,60	12	Navfac 1971-1982	2,52
Strato 2	3	2,40	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 3	10	4,50	10	Navfac 1971-1982	2,10
Strato 4	12	6,60	12	Navfac 1971-1982	2,52
Strato 5	8	8,10	8	Navfac 1971-1982	1,67

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : C.L.A.R. S.r.l.  
Cantiere : VIALE EUROPA  
Località : CREMA (CR)

Data :10/09/2018



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	16	0,60	16	Gibbs & Holtz 1957	96,53
Strato 2	3	1,80	3	Gibbs & Holtz 1957	38,31
Strato 3	8	4,20	8	Gibbs & Holtz 1957	54,5
Strato 4	6	4,50	6	Gibbs & Holtz 1957	43,31
Strato 5	13	6,00	13	Gibbs & Holtz 1957	60,41
Strato 6	9	8,10	9	Gibbs & Holtz 1957	45,88

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	16	0,60	16	Japanese National Railway	31,8
Strato 2	3	1,80	3	Japanese National Railway	27,9
Strato 3	8	4,20	8	Japanese National Railway	29,4
Strato 4	6	4,50	6	Japanese National Railway	28,8
Strato 5	13	6,00	13	Japanese National Railway	30,9
Strato 6	9	8,10	9	Japanese National Railway	29,7

## Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	16	0,60	16	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	29,42
Strato 2	3	1,80	3	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 3	8	4,20	8	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 4	6	4,50	6	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---
Strato 5	13	6,00	13	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	27,21
Strato 6	9	8,10	9	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	---

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	16	0,60	16	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE
Strato 2	3	1,80	3	Classificazione	ADDENSATO SCIOLTO

Strato 3	8	4,20	8	A.G.I. 1977 Classificazione	POCO ADDENSATO
Strato 4	6	4,50	6	A.G.I. 1977 Classificazione	POCO ADDENSATO
Strato 5	13	6,00	13	A.G.I. 1977 Classificazione	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 6	9	8,10	9	A.G.I. 1977 Classificazione	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	16	0,60	16	Meyerhof ed altri	18,73
Strato 2	3	1,80	3	Meyerhof ed altri	14,22
Strato 3	8	4,20	8	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 4	6	4,50	6	Meyerhof ed altri	15,49
Strato 5	13	6,00	13	Meyerhof ed altri	17,85
Strato 6	9	8,10	9	Meyerhof ed altri	16,67

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	16	0,60	16	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,22
Strato 2	3	1,80	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 3	8	4,20	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 4	6	4,50	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato 5	13	6,00	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
Strato 6	9	8,10	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	16	0,60	16	(A.G.I.)	0,32
Strato 2	3	1,80	3	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	8	4,20	8	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	6	4,50	6	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	13	6,00	13	(A.G.I.)	0,33
Strato 6	9	8,10	9	(A.G.I.)	0,34

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	16	0,60	16		220
Strato 2	3	1,80	3		95,26
Strato 3	8	4,20	8		155,56
Strato 4	6	4,50	6		134,72
Strato 5	13	6,00	13		198,31
Strato 6	9	8,10	9		165

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	16	0,60	16	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	3	1,80	3	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	8	4,20	8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	6	4,50	6	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	13	6,00	13	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 6	9	8,10	9	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	16	0,60	16	Navfac 1971-1982	3,32
Strato 2	3	1,80	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato 3	8	4,20	8	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 4	6	4,50	6	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 5	13	6,00	13	Navfac 1971-1982	2,73
Strato 6	9	8,10	9	Navfac 1971-1982	1,89