

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI POLONGHERA  
COMUNE DI FAULE

# NUOVA SCUOLA ELEMENTARE INTERCOMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

Arch. Fulvio BACHIORRINI  
p.tta San Nicola 3 - SALUZZO  
tel./fax 0175/46375

Coll.:  
Geologo Francesco LOMBARDO  
Via Meniella 13 - Sanfront  
tel. 335/8308289

RELAZIONE  
SPECIALISTICA:  
RELAZIONE  
GEOLOGICA -  
GEOTECNICA

**TAV. C03 F**

D17\_012\_C03 F



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Cuneo



## COMUNE DI FAULE

**COMMITTENTI: COMUNI DI FAULE E POLONGHERA**

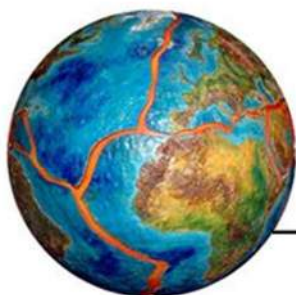
"Nuova Scuola Elementare Intercomunale"

### RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

*D.M. 14/01/2008*

IL TECNICO INCARICATO

IL RICHIEDENTE



**Studio Geologico Lombardo Dott. Francesco**

Via Meniella, 13 - 12030 – Sanfront (CN)

Tel. 335-8308289 – Mail: [franzgeol@gmail.com](mailto:franzgeol@gmail.com)

C.F. LMBFNC79A26H727A - P. I.V.A. 03212350049

## **1 INTRODUZIONE**

A seguito dell'incarico conferitomi, viene redatta la presente relazione geologica e caratterizzazione geotecnica, nell'ambito della progettazione di un intervento di costruzione di una nuova scuola elementare intercomunale (Comuni di Polonghera e Faule), da eseguirsi nel territorio comunale di Faule (Cn).

Nell'ambito della documentazione da produrre a supporto degli elaborati progettuali, è richiesta la redazione della relazione geologica a firma di professionista abilitato. Il presente documento costituisce pertanto la relazione geologica e comprende l'inquadramento noto alla scala regionale sulla base delle conoscenze geologiche disponibili nella letteratura scientifica e la descrizione dell'assetto litostratigrafico alla scala di dettaglio dell'area entro cui ricade l'intervento in progetto. Verrà fornita inoltre una caratterizzazione geotecnica dei terreni con i quali andranno ad interagire le fondazioni della nuova scuola elementare sulla base dei dati derivanti dalle n.7 prove penetrometriche dinamiche eseguite in sito, dall'indagine geofisica di tipo MASW e ai dati litostratigrafici dedotti dai n.5 pozzetti geognostici realizzati nel sito d'intervento.

L'indagine di cui alle pagine seguenti è stata finalizzata all'individuazione di eventuali interferenze potenzialmente intercorrenti tra la realizzazione dell'opera e l'assetto geologico ed idrogeologico del territorio, ponendo come obiettivo la valutazione del grado di fattibilità dell'intervento in progetto, in considerazione anche delle caratteristiche geotecniche dei terreni con i quali andranno ad interagire le fondazioni dell'opera.

Lo studio geologico è stato redatto ai sensi del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) ed alla Circolare 617 del 02/02/2009.



## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il sito dove è prevista la realizzazione della nuova scuola in progetto, è situato ad una quota di circa 243 m s.l.m. nel territorio comunale di Faule, più precisamente nella porzione orientale rispetto al centro abitato (si veda a tal proposito l'estratto di CTR riportato in allegato), nei pressi di Via Padre Rolfo e la Strada Vicinale della Vraitina. L'area è rappresentata, alla scala 1:10.000, nella Carta Tecnica Regionale Tavola 173, Sezione 160.

Qui di seguito viene riportata per maggiore chiarezza un'immagine aerea relativa all'area d'interesse (tratta da Bing Maps).



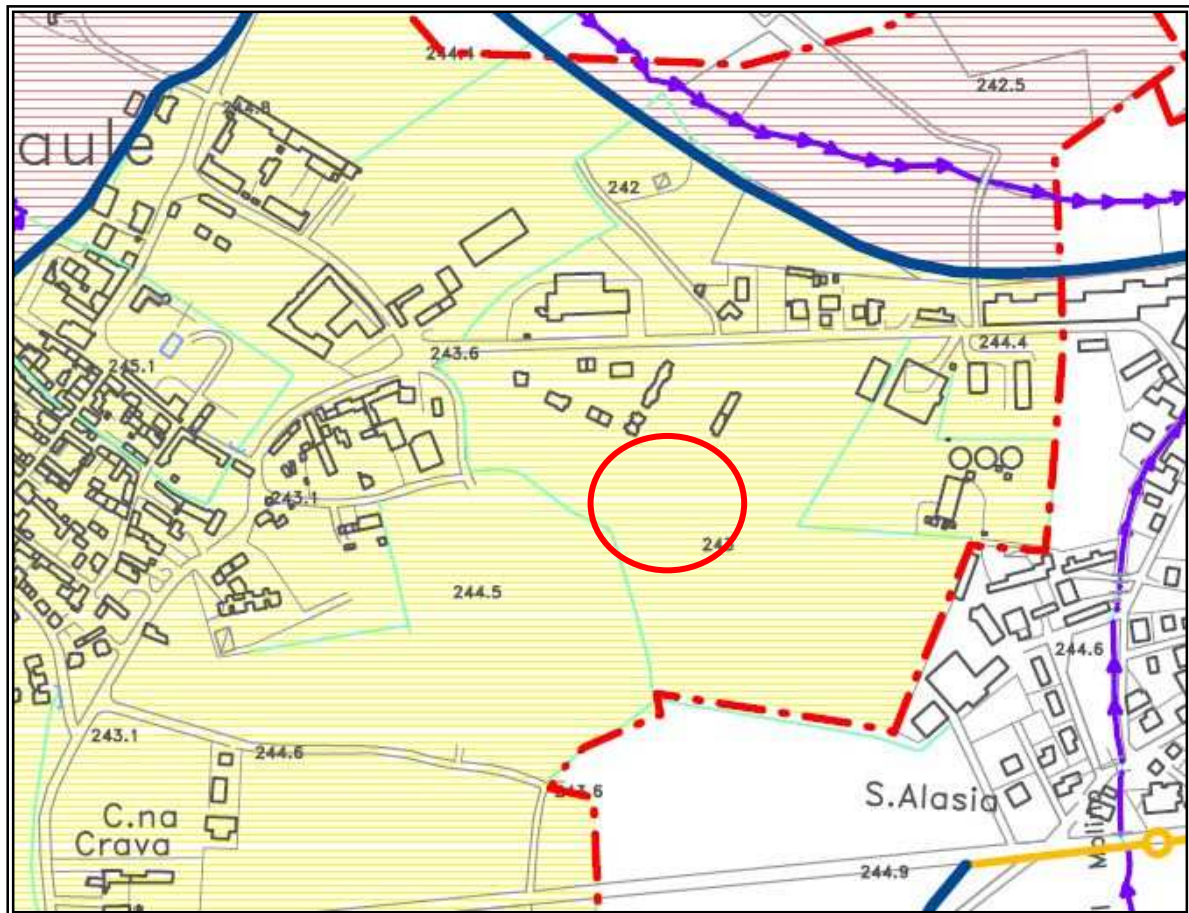
## 3 DATI DI BASE

### 3.1 IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

Per quanto concerne la classificazione di Piano Regolatore Generale Comunale, la cartografia prescrittiva “*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica – Tavola 4 alla scala 1:10.000*” (estratto qui di seguito riportato) colloca il sito oggetto d'intervento all'interno della **classe IIb di pericolosità geomorfologica** e di idoneità all'utilizzazione urbanistica.







Si precisa quindi che nella classe IIb ricadono, come definito nell’elaborato “Relazione e normativa geologica” allegata al P.R.G.C., “Porzioni di territorio comprese tra la Fascia B e la Fascia C del F. Po. Aree idonee a nuovi insediamenti. Le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme Tecniche di Attuazione ispirate ai D.M. 11.03.88 e 14.09.05 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo. Limitazioni alla realizzazione di vani interrati o seminterrati ed obbligo di modesti rialzi del piano terra degli edifici..”.

All’interno del capitolo 9 dell’elaborato sopra citato, all’art. 2 vengono definite le prescrizioni per le aree ricadenti nella classe IIb: “Nelle aree urbane ed extraurbane individuate dal P.R.G.C. in **Classe II-B** è fatto divieto di realizzare volumi interrati o seminterrati. I piani terra delle nuove strutture dovranno avere una sopraelevazione



minima di +30 cm rispetto alla quota media del p.c. circostante. Sopraelevazioni maggiori potranno essere individuate nelle singole schede geologiche riferite agli azionamenti di P.R.G.”.

### **3.2 RICERCA DATI**

Per il presente studio, al fine di individuare le problematiche geologico - idrogeologiche esistenti, è stata effettuata, prima del sopralluogo nel sito, una ricerca bibliografica di dati esistenti relativi al territorio su cui ricade l'area in esame.

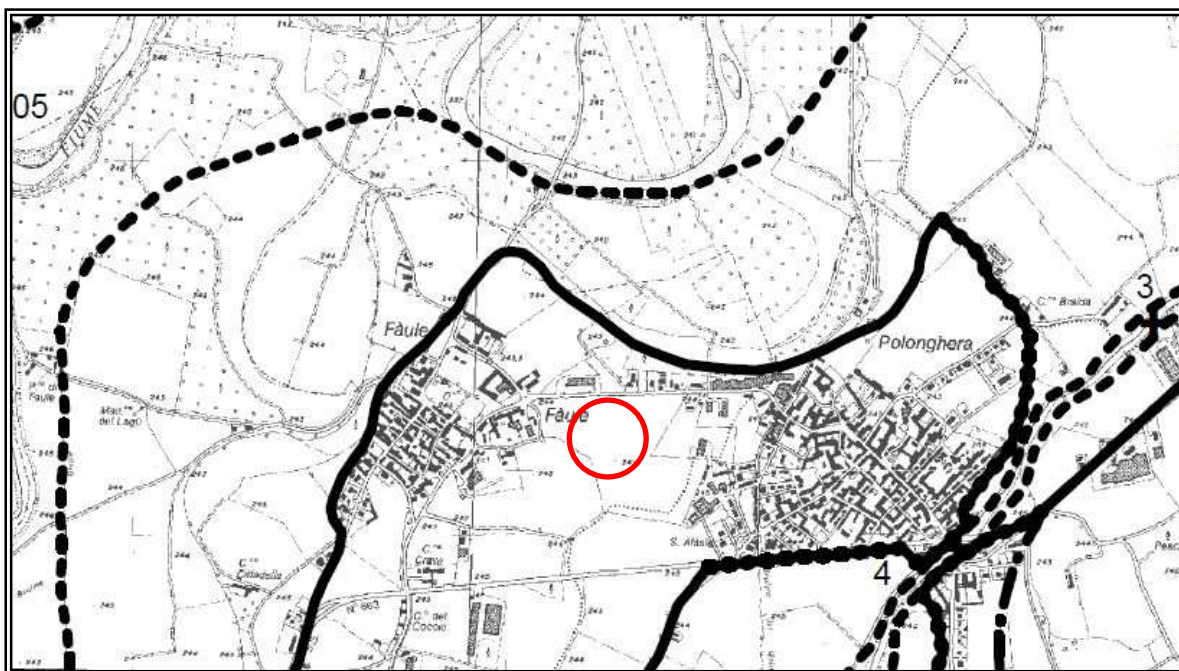
Al fine di verificare la ricorrenza di processi di dinamica che possono interessare o avere interessato in passato il sito d'intervento, si è proceduto alla consultazione della documentazione bibliografica specifica, qui di seguito riportata:

- *“Tavole di delimitazione delle fasce fluviali”* - Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI (Foglio 173, Sez. II – Pancalieri Po 48 Maira 01 Pellice 01 Varaita 01 Lemina 02 alla scala 1:25.000) predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art. 17 della Legge n° 183/89;
- cartografia della Banca Dati Geologica del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte individuata dalla *“Carta delle aree inondabili”*, *“Carta delle frane”*, *“Carta dei tributari minori e delle conoidi”* e *“Carta dei settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale”* ;
- Geoportale Risknat, a cura dell'ARPA Piemonte, uno dei principali risultati del Progetto Strategico Risknat sui rischi naturali nell'area di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia (Programma Alcotra 2007-2013) ;
- Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente, il quale permette la visualizzazione e l'utilizzo della cartografia di base nazionale, prodotta a seguito dell'accordo integrativo tra Stato e Regioni del 12 ottobre 2000 sul Sistema Cartografico di Riferimento
- PRGC del Comune di Faule.

Dalla cartografia tematica consultata e dalle indagini di terreno effettuate, si evince che l'area in esame non è stata soggetta in passato a particolari processi che possono aver compromesso la stabilità e la sicurezza del settore oggetto d'indagine.



Dall'osservazione dell'estratto della “*Carta di sintesi*” precedentemente riportato e da quello della cartografia del PAI (vedi estratto successivo), si nota come il sito d'intervento, come l'intero centro abitato di Faule, sia posto all'interno della fascia C di esondazione del Fiume Po.



**LEGENDA**

-----	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
- . - . - .	limite (*) esterno della Fascia C
.....	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Tali aree, come definito anche negli elaborati geologici allegati al PRGC, sono caratterizzate da una moderata pericolosità geomorfologica; sono settori potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione per piene catastrofiche, pertanto con tempo di ritorno superiore ai 200 anni (negli ultimi decenni, sulla base di quanto affermato da alcuni residenti, non si sono verificati fenomeni di esondazione nei pressi dell'area indagata).

Sulla base di quanto appena asserito, si può ragionevolmente escludere che siano presenti dei condizionamenti legati al rischio idrogeologico tali da pregiudicare la fattibilità dell'intervento in progetto. Il parere positivo in merito alla compatibilità dell'intervento con il rischio idrogeologico locale è subordinato ad alcune prescrizioni di carattere tecnico, come anche indicato nella normativa generale di carattere geologico, ovvero: è vietata la realizzazione di volumi interrati o seminterrati ed il primo piano delle nuove strutture





dovrà essere sopraelevato rispetto alla quota media del piano campagna circostante di almeno 30 cm.

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Secondo le indicazioni geologiche ricavate dall'esame della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000 - Foglio 68 "Carmagnola"), di cui se ne riporta di seguito un estratto, il settore di pianura in analisi è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali recenti riferibili all'Olocene. Nel complesso si tratta di alluvioni sabbiose e sabbioso-limose-argillose di poco sospese sugli alvei attuali e legate all'azione di deposito dei principali vettori idrici della zona (Fiume Po e Torrente Varaita) e talora anche attualmente esondabili; questa tipologia di sedimenti è riscontrabile su tutto il settore di pianura lungo il Fiume Po ed i corsi d'acqua principali.

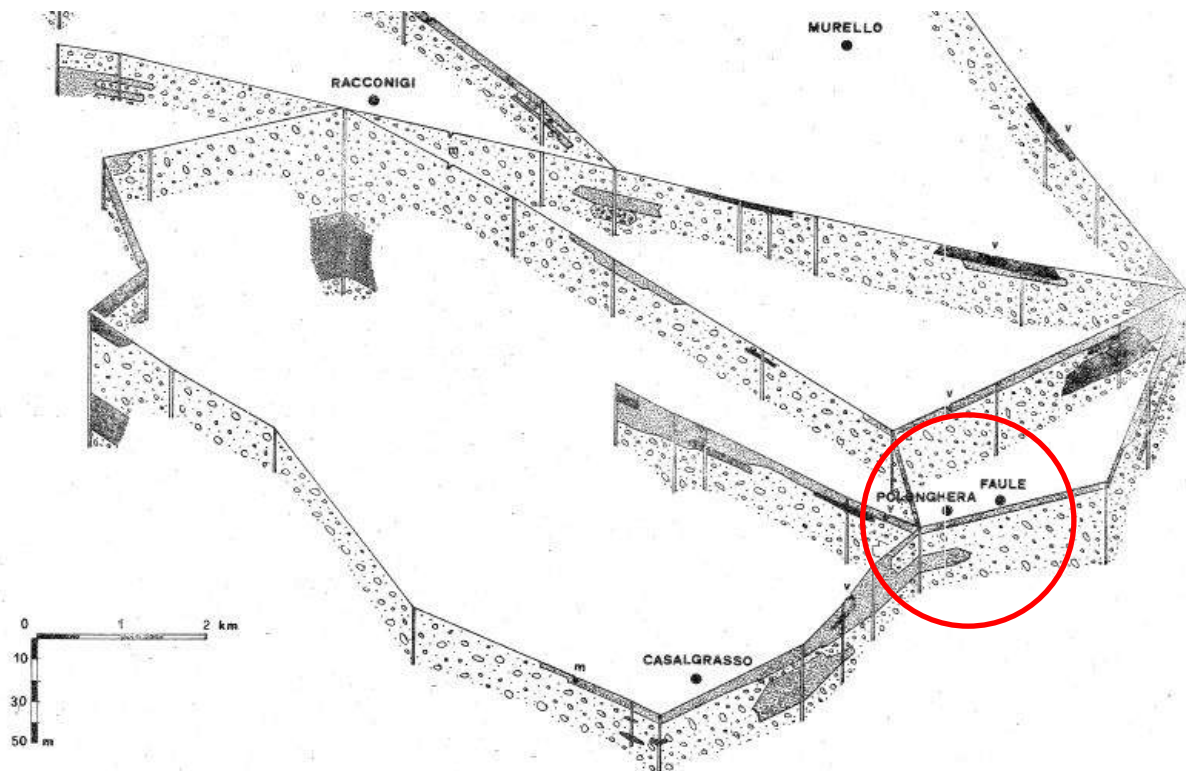
Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000  
Foglio 68 Carmagnola










Tale sondaggio è stato spinto fino alla profondità di 80 m dal p.c.; la stratigrafia evidenzia la presenza di un livello superficiale di circa 40 cm di terreno vegetale, seguito da depositi essenzialmente sabbioso-limosi fino a circa 1,3 m, riconducibili verosimilmente ad una fase di sedimentazione in ambiente a bassa energia (acque di esondazione). Al di sotto si rinviene un livello sabbioso con presenza subordinata di ghiaietto (talora in livelli centimetrici) con spessore di 3,7 m. Alla base di questo viene intercettato un orizzonte caratterizzato da depositi fini limoso-torbosi legati probabilmente ad una fase di deposizione in condizioni ambientali particolari di tipo palustre (riempimento di paleoalvei e/o meandri abbandonati); tali corpi lentiformi si rinvencono fino alla profondità di circa 6-7 m. Da tali profondità vengono poi intercettati strati di potenza metrica di sabbie eterometriche, sabbie ghiaiose e ghiaie da fini a grossolane variamente intercalate fino al fondo della perforazione.

Ad ulteriore conferma di quanto descritto, si riporta di seguito una sezione rappresentativa dell'area indagata relativa all'assetto litostratigrafico locale tratta dallo studio *“Le acque sotterranee della pianura cuneese (alla sinistra della Stura di Demonte) – Parte VI/Quaderno n. 33 – Ansaldo G., Maffeo B., 1981”*, la quale evidenzia la presenza di un livello più superficiale costituito da depositi a granulometria maggiormente fine seguiti alla base dai depositi alluvionali sabbiosi, sabbioso ghiaiosi e ghiaiosi.



L E G E N D A :

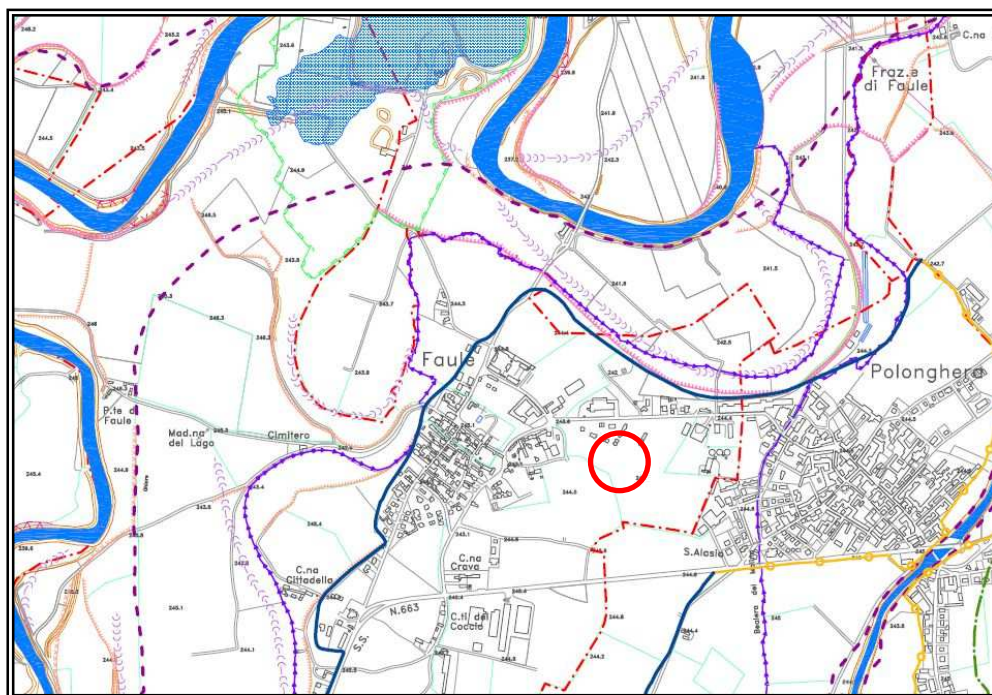
-  Ghiaie con grossi ciottoli, ghiaie, ghiaie e sabbie
-  Sabbie
-  Limi, limi argillosi, argille, marne
-  Conglomerati
-  Substrato cristallino



#### **4.2 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFIA DI SUPERFICIE**





L'area oggetto del presente studio, è localizzata in un settore pianeggiante della Pianura Cuneese settentrionale, posto tra i Comuni di Moretta verso Sud, Villafranca Piemonte a Sud-Ovest, Pancalieri a Nord, Casalgrasso a Nord-Est e Polonghera ad Est. La superficie come già anticipato si presenta subpianeggiante, debolmente degradante verso Nord/Nord-Est; nel complesso il settore di pianura in esame presenta una blanda ondulazione, denotata dalla presenza di una sorta di “alto topografico” allungato secondo la direzione Nord/Nord-Est che suddivide il bacino del Fiume Po da quello del Torrente Varaita.

Gli elementi caratterizzanti l'intero settore in esame sono determinati dall'esteso modellamento operato dalle acque del reticolo idrografico superficiale esistente. In generale, esso presenta una serie di terrazzamenti ed ondulazioni della superficie topografica, ricollegabile principalmente all'azione di modellamento operata da parte dei corsi d'acqua principali. Nel settore occidentale, il territorio comunale è stato modellato dalle divagazioni dell'alveo del Po, il quale ha originato una serie di bassi terrazzi, maggiormente accentuati procedendo verso la porzione settentrionale di Faule (particolarmente evidenti in prossimità del concentrico), mentre nel settore orientale l'azione modellatrice del Varaita è meno influente, in considerazione della fase ancora giovanile del corso d'acqua. Qui di seguito si riporta un'immagine tratta dalla “*Carta del reticolo idrografico superficiale e dell'assetto morfologico del Fiume Po e T. Pellice*” – Tavola 2 alla scala 1:10.000 allegata al P.R.G.C.





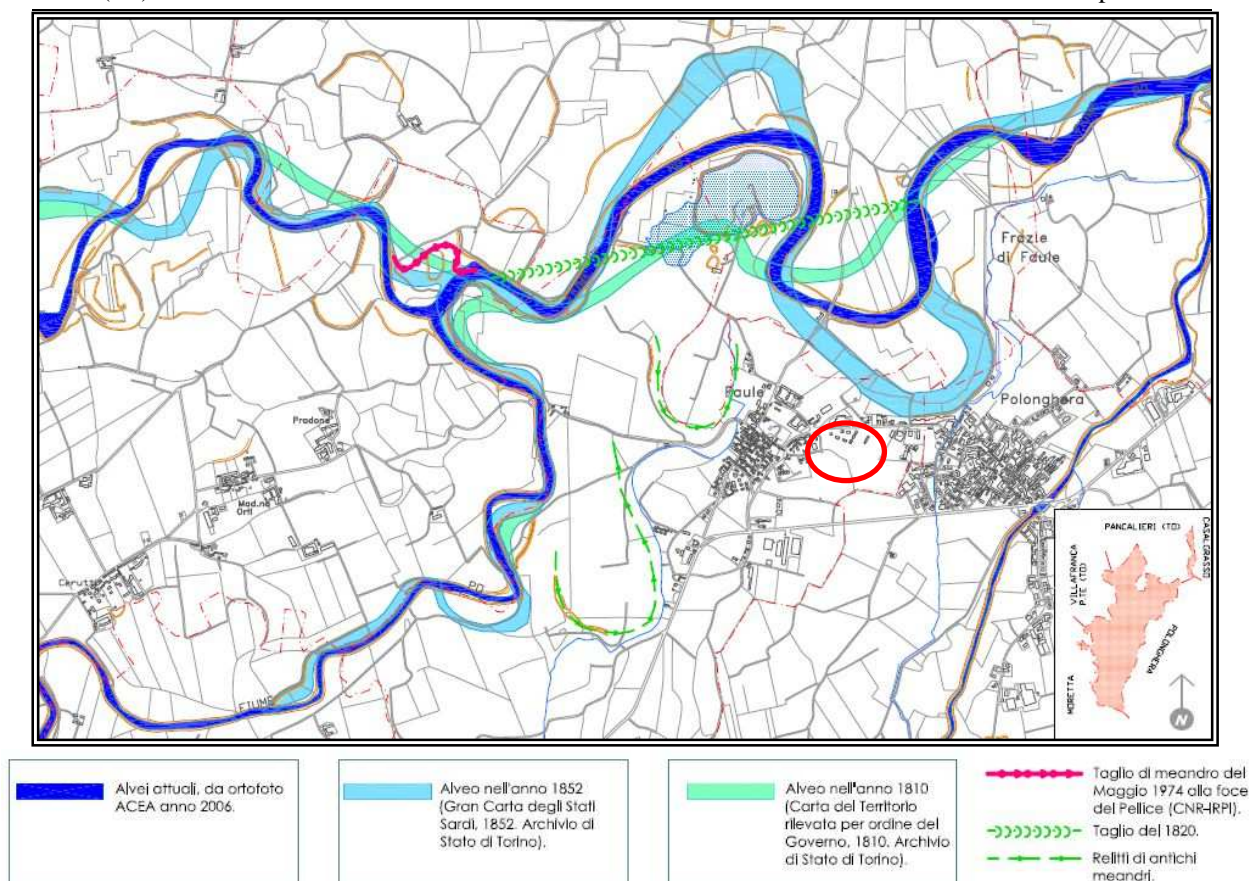
L'estratto sopra evidenzia l'andamento attuale del Fiume Po (in blu), le bealere ed i canali irrigui presenti sul territorio comunale (colore viola quelli principali, in azzurro i fossi irrigui); si nota in particolare la disposizione delle superfici terrazzate ovvero orli di terrazzo principali (colore rosa scuro), caratterizzati da altezze superiori ad 1,5 m e localizzati nella parte settentrionale rispetto al concentrico e orli di terrazzo secondari, quindi con altezza compresa tra 0,5 m e 1,5 m, presenti nel settore Occidentale e Sudoccidentale dell'abitato di Faule. La cartografia riportata mostra inoltre la traccia degli alvei abbandonati (linea tratteggiata in violetto), spesso localizzati in corrispondenza delle superfici terrazzate citate. Altro dettaglio di tale estratto sono le fasce fluviali, definite con le simbologie riportate nella seguente tabella.

Fasce Fluviali	
Progetto P.S.F.F. Autorità di Bacino del Fiume Po approvato in data 24/07/1998 con D.P.C.M.	
	Limite tra la fascia A e la fascia B.
	Limite tra la fascia B e la fascia C. Presso Via Cittadella modificata come da parere Sett. Reg. Pianificazione Difesa del Suolo del 6/10/2009.
	Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C (lavori completati).
	Limite esterno della fascia C.

Per quanto concerne i corsi d'acqua principali del tratto di pianura analizzato, si riporta di seguito un estratto della “*Carta dell'evoluzione planimetrica degli alvei del Fiume Po e del Torrente Pellice in epoca storica*” – Tavola n. 1 alla scala 1:20.000 allegato al P.R.G.C., dal quale è possibile notare le evoluzioni nel corso del tempo dei vettori idrici citati, i tagli di meandro avvenuti in concomitanza con determinati eventi parossistici (periodi indicati nella legenda) e i relitti degli antichi meandri, che come già evidenziato in precedenza sono localizzati in corrispondenza del settore Sudoccidentale e Nordoccidentale rispetto al centro abitato di Faule (evidenziata nel cerchio rosso l'area oggetto d'intervento).







#### **4.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

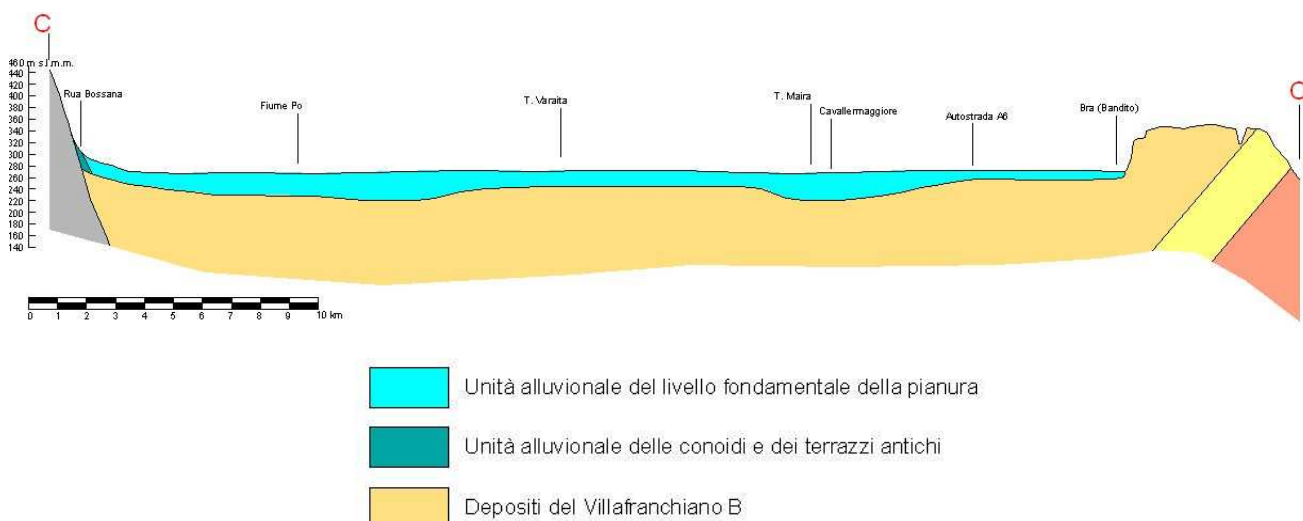
Dal punto di vista idrogeologico, la pianura cuneese risulta essere caratterizzata dalla presenza di diversi sistemi di acquiferi liberi, impostati all'interno dei depositi alluvionali quaternari. In particolare, facendo riferimento allo “*Studio e valutazione della vulnerabilità intrinseca delle acque sotterranee*” a cura del Prof. Civita M. (Torino, luglio 2005), l'area oggetto d'indagine ricade all'interno del cosiddetto complesso alluvionale principale (complesso idrogeologico); tale complesso idrogeologico ospita il più importante acquifero della pianura cuneese.

L'acquifero è suddivisibile in diverse aree idrogeologicamente distinte, sulla base dell'assetto idrogeologico, della geometria del substrato a ridotta permeabilità, dei diversi processi di ricarica-discarda e delle differenti facies idrogeochimiche. Nel dettaglio, l'area in esame è individuata tra quelle poste in sinistra del Torrente Stura (quest'ultimo rappresenta l'elemento divisorio tra due aree principali della pianura cuneese, quella in sinistra e destra Stura, distinte sulla base di caratteristiche idrogeologiche differenti), la quale ospita un unico acquifero libero che confluisce in direzione Nord verso la pianura



torinese. Tale settore è limitato verso Ovest dalle rocce del basamento alpino, a Sud-Est dalla profonda incisione del Torrente Stura (che incide il substrato pliocenico), a Nord-Est dai rilievi collinari del Roero (in corrispondenza dei quali affiorano i sedimenti pliocenici). L'acquifero è alimentato principalmente dalle precipitazioni meteoriche e dalla perdite in subalveo dei principali corsi d'acqua.

In corrispondenza del settore analizzato, le alluvioni quaternarie risultano essere sovrapposte alle ghiaie villafranchiane caratterizzate da pochi orizzonti a bassa conducibilità idraulica; il limite della base dell'acquifero superficiale viene posto in corrispondenza dei livelli più fini villafranchiani (limi-argille). Successivamente si riporta per maggiore chiarezza una sezione che attraversa il settore di pianura in esame ed evidenzia l'assetto litostratigrafico del quaternario (tratto dallo studio citato in precedenza).



L'analisi della "Carta della Base dell'Acquifero Superficiale", sulla base di quanto definito dal D.D. del 4 agosto 2011, n.267 riguardante "Aggiornamento della cartografia della base dell'acquifero superficiale nelle aree di pianura alla scala 1:50.000 e revisione dei criteri tecnici orientativi per quanto riguarda il territorio della Provincia di Cuneo. Adeguamento della cartografia nell'area circostante il lago di cava in località Fontane dei Comuni di Faule (CN) e Pancalieri (TO) – D.G.R. n.34-11524 del 3 giugno 2009", pone l'area oggetto d'intervento nell'area funzionale definita **P**, ovvero aree di pianura alluvionale, in particolare nella sottoarea **PA (indicativo)**.

Per il caso specifico si ha una situazione di acquifero indifferenziato dal punto di vista litostratigrafico in quanto non si riscontra la presenza di livelli impermeabili, ma si ha



soltanto un unico complesso grossolano molto potente. Il limite della base dell'acquifero, indicato per tali aree, risulta essere pari a 50 m di saturo a partire dalla superficie piezometrica media, poiché i dati di letteratura confermati da recenti studi eseguiti indicano che oltre questa profondità le acque appartengono ad un sistema di flusso profondo, anche se non esiste una evidente separazione litologica. La carta della base dell'acquifero indica comunque per il settore analizzato una profondità di circa 55 m dal p.c. Per quanto riguarda il livello statico della falda freatica, facendo riferimento alla carta della piezometria a cura della Regione Piemonte, si attesta a profondità di circa 5-6 m dal p.c.; tale dato trova parziale conferma dalle prove penetrometriche eseguite, in considerazione del fatto che le aste a profondità superiori ai 6 m sono risultate in genere bagnate (si precisa che non si hanno dati più precisi relativi a misurazioni effettive del livello della falda freatica).

## **5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Ai fini di un maggior approfondimento delle indagini e per meglio permettere la caratterizzazione dei terreni presenti nel sottosuolo in corrispondenza della nuova scuola in progetto, in sede di sopralluogo è stato possibile definire le litologie presenti nei primi metri di sottosuolo. In particolare sono stati realizzati n. 5 pozzetti esplorativi, con profondità comprese tra i 2,4 m ed i 2,7 m (profondità massima raggiunta dall'escavatore) e n. 7 prove penetrometriche dinamiche, eseguite dallo scrivente per la definizione dei parametri geotecnici del terreno. Successivamente è stata realizzata un'indagine sismica con metodologia MASW in corrispondenza dell'area d'intervento (vedi CTR allegata), al fine di ottenere informazioni circa la velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio riferite ai primi 30 m di sottosuolo (utili per la valutazione dell'effetto della risposta sismica locale - parametro  $V_{s30}$ ).

### **5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE: POZZETTI ESPLORATIVI**

Al fine di individuare le litologie caratterizzanti il sottosuolo in corrispondenza dell'area oggetto d'intervento e di stimare in linea di massima (visivamente) le caratteristiche geotecniche dei terreni medesimi, sono stati realizzati cinque pozzetti esplorativi aventi le profondità indicate in precedenza. Di seguito si riporta una foto aerea con la localizzazione





dei pozzetti esplorativi ed alcune immagini rappresentative relative agli scavi realizzati, che meglio chiariscono le litologie presenti nei primi metri di sottosuolo.



### **POZZETTO ESPLORATIVO N. 1**





**POZZETTO ESPLORATIVO N. 2**



**POZZETTO ESPLORATIVO N. 3**





**POZZETTO ESPLORATIVO N. 4**



**POZZETTO ESPLORATIVO N. 5**



Tutti i pozzetti realizzati hanno evidenziato la presenza di uno strato di terreno vegetale superficiale di circa 30-40 cm, seguito da depositi prevalentemente fini, sabbioso limosi/limoso-sabbiosi con presenza di orizzonti limosi debolmente argillosi di colore grigiastro, molto compressibili. Soltanto in corrispondenza del pozzetto n. 5 è stata riscontrata una maggiore presenza di sabbia/sabbia limosa.

## **5.2 CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO PENNI 30**

Per l'esecuzione dell'indagine geognostica è stato utilizzato un penetrometro dinamico medio tipo Compac Penni 30, modello P 17.00.00, avente le seguenti caratteristiche standard:

<b>CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO MEDIO</b>	
<b>COMPAC PENNI 30</b>	
Peso maglio	Kg 20 + 10 aggiuntivi
Altezza caduta libera	20 cm
Diametro punta conica	3,56 cm
Area di base della punta	10 cm <sup>2</sup>
Angolo di apertura della punta	60°
Lunghezza delle aste	100 cm
Peso asta singola	2,9 kg/m
Avanzamento punta	10 cm
Numero colpi per punta	N <sub>10</sub>

In allegato si riportano i risultati relativi alla prove penetrometriche eseguite con i rispettivi diagrammi numerici colpi/profondità, RPD/profondità e Q<sub>amm</sub>/profondità (questi ultimi due devono essere utilizzati con molta prudenza e solo per prime stime).

## **5.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Sono state realizzate sette indagini geognostiche mediante l'utilizzo del penetrometro dinamico medio in corrispondenza dell'area in progetto; per maggiori dettagli si riporta di seguito un'immagine aerea con l'ubicazione delle prove suddette.







Dalla prova si ricava il valore di  $N_{10}$ , che rappresenta il numero di colpi inferti da un maglio di peso pari a 30 kg e con altezza di caduta di 20 cm affinché vi sia un avanzamento della punta conica di 10 cm.

Per la conversione del numero di colpi del Penetrometro Penni 30 al numero di colpi della prova SPT, si ricava innanzitutto il coefficiente di riferimento  $\alpha$  dalla seguente relazione:

$$\alpha = \frac{m1 * h1 * e2 * A2}{m2 * h2 * e1 * A1} = 1,32 \text{ (E. Pasqualini, 1983)}$$

in cui:

$m1; h1; e1; A1$  = dati Penetrometro SPT

$m2; h2; e2; A2$  = dati Penetrometro Penni 30

Una volta ottenuto il valore del coefficiente  $\alpha$ , il numero corrispondente di  $N_{SPT}$  è dato da:

$$N_{SPT} = \frac{N}{\alpha}$$

in cui N è il numero di colpi del Penetrometro Penni.





#### **5.4 MODELLO GEOTECNICO IPOTIZZATO**

Sulla base dei dati ricavati dalla consultazione degli elaborati geologici allegati al PRGC, da un sondaggio reperito nelle vicinanze del sito in esame, dai pozzetti esplorativi realizzati e delle prove penetrometriche eseguite, è stato possibile ipotizzare un modello geotecnico sulla base delle litologie caratterizzanti il sottosuolo fino alle profondità raggiunte dalle prove penetrometriche (profondità massima raggiunta pari a 9 m). Di seguito si riassume l'assetto litologico sulla base di quanto asserito.

**Unità geotecnica 1** – Deposito costituito da limi e limi sabbiosi talora debolmente argillosi, basso grado di addensamento (valori di  $N_{SPT}$  inferiori ai 10 colpi). Tale unità caratterizza indicativamente i primi 6-8 m di sottosuolo, con valori inferiori in corrispondenza della prova penetrometrica n. 4 dove risulta essere presente soltanto fino a 4,5 m (a profondità superiori, si riscontra ancora la presenza di tali depositi in due livelli decimetrici all'interno dell'unità geotecnica 2).

**Unità geotecnica 2** – Depositi sabbioso limosi/limoso sabbiosi, grado di addensamento da medio a medio/basso, valori generalmente costanti o crescenti con la profondità. Quest'unità si presenta alternata a quella precedente a partire da profondità variabili (a partire dai 3,2-3,3 m delle prove penetrometriche n. 6 e 7 fino ai 5,8 m della prova n. 1). Caratteristiche geotecniche migliori rispetto all'unità precedentemente analizzata in ragione della maggiore presenza di sabbia.

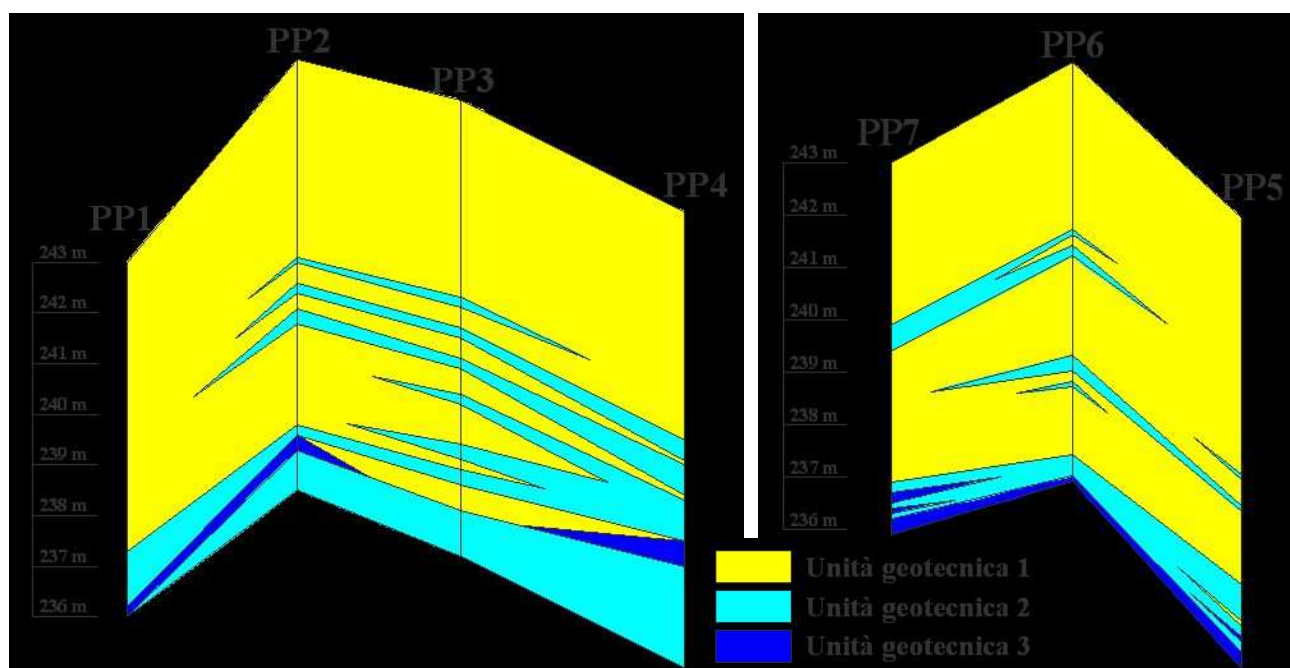
**Unità geotecnica 3** – Depositi sabbiosi debolmente ghiaiosi con presenza talora di limo e ghiaie sabbiose. Tale livello presenta discreti/buoni requisiti geotecnici, si differenzia dai precedenti per la presenza di ghiaia e per il maggiore grado di addensamento; le prove penetrometriche n. 1, 5 e 7 si sono arrestate all'interno di tale orizzonte per rifiuto alla penetrazione della punta, alla profondità rispettivamente di 7 m, 8,6 m e 7,1 m.

Sulla base di quanto riscontrato, pare logico ipotizzare che il sottosuolo sia costituito da uno strato più superficiale rappresentato da limi/limi sabbiosi di spessore variabile, generalmente presente fino alla profondità di circa 6-8 m; soltanto in corrispondenza della prova penetrometrica n. 4 presenta una potenza inferiore e pari a 4,5 m (oltre tale quota



sono presenti soltanto più due livelli decimetrici all'interno dell'unità 2). All'interno di tali depositi si rinvenivano livelli caratterizzati dalla presenza di una maggiore componente sabbiosa; lo spessore è molto variabile, passando da orizzonti decimetrici fino a raggiungere alcuni metri. Per quanto riguarda i depositi maggiormente grossolani, quindi sabbiosi ghiaiosi facenti parte dell'unità geotecnica 3, questi sono presenti talora in livelli decimetrici alternati con i depositi dell'unità soprastante e si riscontrano a profondità superiori ai 6,3 m dal p.c.

Per maggiore chiarezza, di seguito si riportano due sezioni litostratigrafiche rappresentate tridimensionalmente, effettuate lungo l'allineamento prove penetrometriche n. 1-2-3-4 e n. 5-6-7; queste evidenziano il rapporto tra le diverse unità geotecniche individuate (modello ipotizzato sulla base dei dati derivanti dalle prove penetrometriche realizzate, dei pozzetti esplorativi realizzati e dal sondaggio reperito).



##### 5.5 CORRELAZIONI UTILIZZATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per la determinazione dei principali parametri geotecnici da attribuire ai terreni analizzati, si è fatto riferimento ai risultati derivanti dalle prove penetrometriche eseguite oltreché a dati di letteratura specifica.

- Peso di volume : alla luce dei dati disponibili costituenti le unità geotecniche riscontrate, si ritiene di potere assegnare un valore del peso di volume pari a **17-18 kN/m<sup>3</sup>**;



- Angolo di attrito: per la determinazione dell'angolo di attrito, sono stati utilizzati alcuni metodi di correlazione diretta che verranno qui di seguito analizzati.

### **1 – Sowers (1961)**

Il metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda. La relazione è:

$$\varphi = 28 + 0,28N_{SPT}$$

### **2 – Owasaki & Iwasaki**

Il metodo è valido per le sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose; trova le condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori agli 8-10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda. L'espressione è la seguente:

$$\varphi = \sqrt{20N_{SPT}} + 15$$

### **3 - Metodo di Peck-Hanson & Thornburn**

Il metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 m per terreni sopra falda e inferiori ad 8 m per terreni in falda; la formulazione proposta è riportata di seguito:

$$\varphi = 27,2 + 0,28N_{SPT}$$

### **4 – Meyerhof (1965)**

Il metodo è valido per sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a 3 m per terreni sopra falda e 5 m per terreni sotto falda; l'espressione è la seguente:

$$\varphi = 23,7 + 0,57N_{SPT} - 0,006N_{SPT}^2 \quad (> 5\% \text{ limo})$$





### 5 – De Mello

Il metodo è valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). E' da considerarsi inattendibile per valori di angolo di attrito superiori ai 38°; l'espressione è la seguente:

$$\varphi = 19 - 0,38\sigma + 8,73\text{Log}(N_{SPT})$$

dove  $\sigma$  rappresenta la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cmq e  $N_{SPT}$  il numero di colpi medio misurato nello strato

I valori ottenuti, sono stati mediati sullo spessore del livello ottenendo così un dato caratteristico dell'intero strato; si precisa inoltre, che ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni, è stato adottato un valore di angolo di attrito medio sulla base dei valori minimi ottenuti dalle sette differenti prove penetrometriche. Con il metodo citato è stato possibile pertanto attribuire i seguenti valori di angolo di attrito:

- **unità geotecnica 1:** valore ottenuto pari a 23,98°
  - **unità geotecnica 2:** valore ottenuto pari a 28,73°
  - **unità geotecnica 3:** valore ottenuto pari a 33,56°
- 
- **Densità relativa:** per la definizione del grado di addensamento naturale dei terreni, si è fatto riferimento ad alcune relazioni empiriche comunemente adottate (Gibbs & Holtz 1957; Skempton 1986), le quali forniscono un valore di  $D_r$  sulla base dei valori di  $N_{SPT}$  ricavati dalle indagini penetrometriche. Le correlazioni effettuate, dalle quali sono stati adottati cautelativamente i valori minimi ottenuti (è stato adottato il valore minimo ottenuto all'interno dei singoli orizzonti individuati con le due relazioni empiriche precedentemente citate) per l'unità geotecnica 1, hanno permesso di assegnare un valore di densità relativa pari a **26%**, corrispondente a terreni sciolti, per l'unità geotecnica 2 valori di  $D_r$  pari a **31%**, quindi terreni ancora sciolti al limite con moderatamente addensati, mentre per l'unità geotecnica 3 si ottengono valori di  $D_r$  pari a **56%**, quindi da moderatamente addensati ad addensati.



- Coesione: trattandosi di materiali granulari, si può ragionevolmente attribuire un valore di **coesione nullo**.

In allegato, nell'elaborato specifico “*Indagini geognostiche*”, si riportano i risultati delle prove penetrometriche eseguite con i valori di  $N_{10}$  ottenuti e il rispettivo valore di  $N_{SPT}$ .

#### **5.6 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI**

Nella scelta dei valori caratteristici delle proprietà dei terreni occorre tenere principalmente conto della variabilità e della provenienza dei dati assunti, nonché dell'estensione della zona di sottosuolo che influisce sul comportamento di una struttura geotecnica.

Pertanto, il valore caratteristico corrisponderà ad una valutazione più cautelativa del valore medio, pari a un frattile dei valori di interesse. Il valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio è stato ricavato applicando un intervallo di confidenza del 5° percentile della distribuzione media; la distribuzione del valore medio, nel caso di distribuzione normale, viene generalmente calcolata utilizzando la “t” di Student ad n-1 gradi di libertà ed ipotizzando che la media del campione coincida con la media della popolazione, usando quindi la seguente formula:

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left( \frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

dove:

- $x_k$  è il valore caratteristico desiderato
- $\bar{x}$  con barra il valore medio della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione
- $t$  è il valore di distribuzione di Student ad n-1 gradi di libertà con probabilità  $u=95\%$  (ossia  $1-\alpha=0.95$  o alternativamente,  $\alpha=0.05$ )
- $s$  è la deviazione standard del campione
- $n$  il numero di dati



Tale relazione è adatta a definire intervalli di confidenza corrispondenti a una distribuzione normale basata sulla media della popolazione, come succede per volumi interessati dalla superficie di rottura grande, quali quelli indotti dalle fondazioni in progetto.

Di seguito vengono pertanto riportati i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici.

	$\phi_m$	$\phi_k$	$D_{rm}$	$D_{rk}$
<b>Unità geotecnica n. 1</b>	23,98	<b>23,58</b>	26,44	<b>24,26</b>
<b>Unità geotecnica n. 2</b>	28,73	<b>28,6</b>	31,01	<b>31,44</b>
<b>Unità geotecnica n. 3</b>	33,56	<b>32,28</b>	55,07	<b>46,77</b>

In cui:

- $\phi_m$  valore medio dell'angolo di attrito determinato dai valori ottenuti dalle prove penetrometriche per le diverse unità geotecniche
- $\phi_k$  valore caratteristico dell'angolo di attrito
- $D_{rm}$  valore medio della densità relativa determinato dai valori ottenuti dalle prove penetrometriche per le diverse unità geotecniche
- $D_{rk}$  valore caratteristico della densità relativa

### 5.7 MODULO DI SOTTOFONDO

Il modulo di sottofondo o coefficiente di Winkler (K), rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla "Winkler", su un'area di un cm<sup>2</sup> che provoca l'abbassamento di un cm. Per suolo alla Winkler si intende un suolo puramente ideale, paragonabile ad un letto di molle, che ha la comodità di potere essere utilizzato con facilità nei calcoli e presenta sufficienti attinenze alla maggior parte dei casi reali (F. Cetraro, 2009).

Tale coefficiente non rappresenta una proprietà intrinseca del terreno, ma dipende dalla forma e dalle dimensioni della fondazione, dalla distribuzione dei carichi agenti, dalla stratigrafia e dalla composizione fisica del suolo. Generalmente è quantificabile attraverso prove specifiche sul terreno, quali prove di carico su piastra, alla cui esecuzione si rimanda nel caso in cui se ne ritenesse opportuno ai fini di una valutazione maggiormente precisa.

Qui di seguito si riportano alcuni valori derivanti dalla letteratura tecnica specifica, relativi a sabbie sciolte o depositi poco coerenti come nel caso analizzato, che vanno





opportunamente estrapolati alla fondazione effettiva. Tali valori sono puramente indicativi e vanno pertanto utilizzati con la necessaria cautela, in considerazione della presenza di orizzonti caratterizzati da una elevata compressibilità (come riscontrato nelle prove penetrometriche dinamiche eseguite).

$$K = 1-2 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Lancellotta)}$$

$$K = 0,7-2,1 \text{ kg/cm}^3 \text{ (De Simoni)}$$

$$K = 0,48-1,6 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Bowles)}$$

### 5.8 INDAGINE GEOFISICA (MASW)

In data 19 marzo 2014, è stata eseguita un'indagine geofisica mediante una prova MASW da parte dello scrivente (elaborazione ed interpretazione dati eseguita da parte della EEG S.r.l.), per la determinazione del valore  $V_{s30}$ .

Lo scopo dell'indagine è quello di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali  $V_s$  da cui ricavare il parametro  $V_{s30}$ . L'indagine è consistita in n. 1 stendimento geofisico, caratterizzato da 24 geofoni disposti con passo di 2 m, ai cui estremi sono stati realizzati degli scoppi.

Nome	Stendimento Geofisico	Energizzazione	Geofoni
Scuola Elementare Intercomunale	46 m	2	24

#### **5.8.1 Analisi multicanale delle onde superficiali**

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.





La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una

proprietà critica per molti studi geotecnici. L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali.



Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

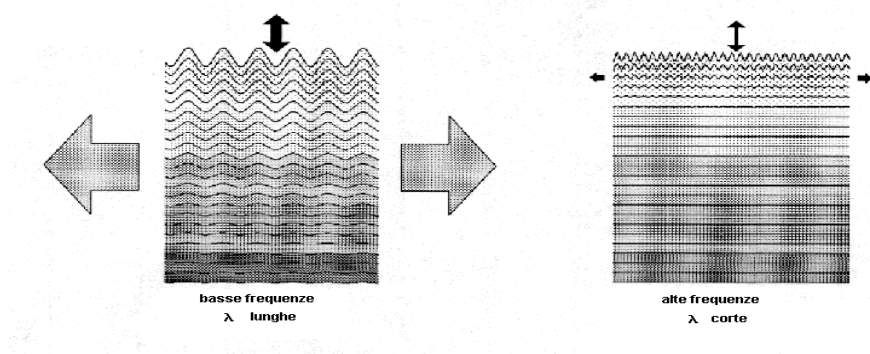
La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x$ ;  $y$ ), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche





solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza(<10Hz).



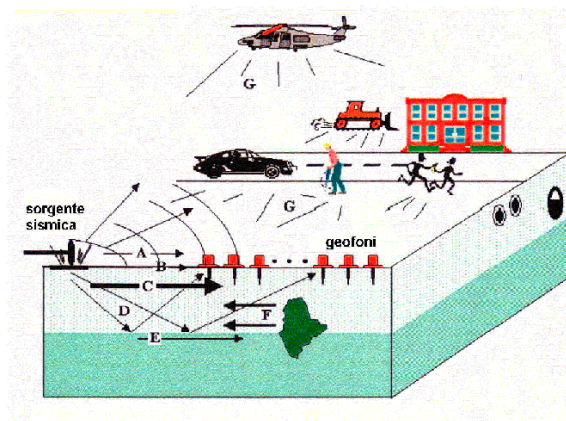
L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La strumentazione utilizzata è costituita da :

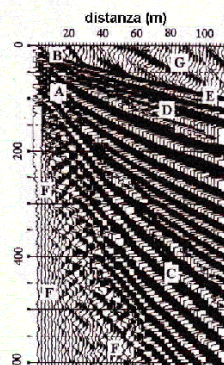
- un sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- fucile sismico o una mazza da 6 Kg

### VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

#### Acquisizione multicanale



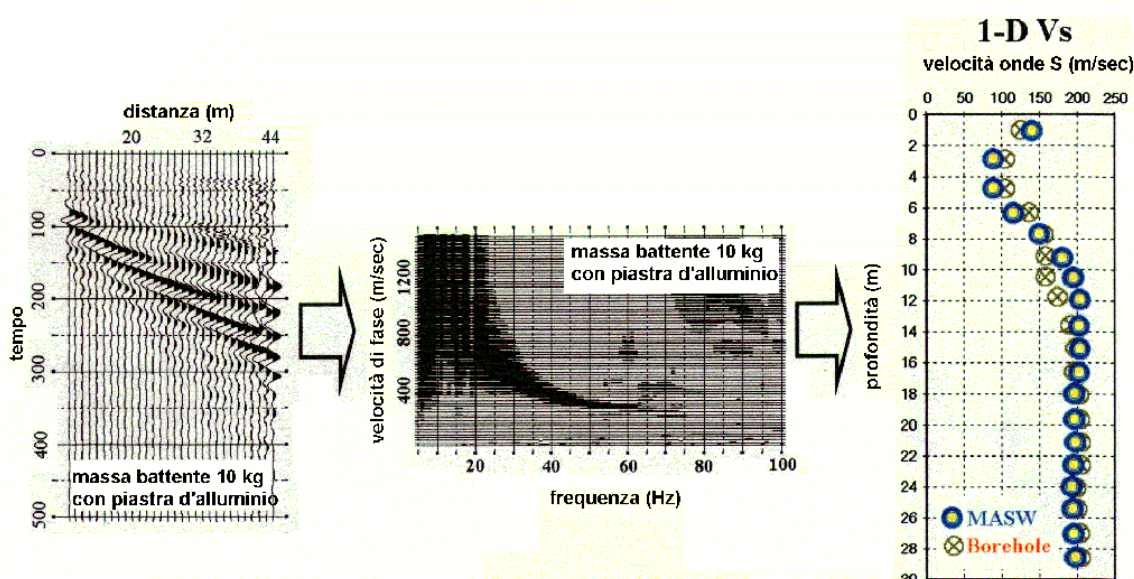
#### Sismogramma multicanale



A: onde in aria	E: onde rifratte
B: onde dirette	F: onde riverberate
C: onde di superficie	G: rumore ambientale
D: onde riflesse	

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

### DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1-D) che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità



### 5.8.2 Risultati indagine MASW

In allegato si riportano i risultati della prova MASW realizzata. Facendo riferimento alla scheda allegata, nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione  $V_s$  (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio  $G$  in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo  $G$  esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di  $V_s$  progressiva.

Dalla curva si può quindi ricavare il valore di  $V_{s10}$ ,  $V_{s20}$  e così via, e quindi anche il valore di  $V_{s30}$ , quest'ultimo ovviamente alla profondità 30.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro  $V_{s30}$  calcolato utilizzando la stratigrafia  $V_s$  e la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$  – esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_{s30}$  come riportato nella seguente tabella:





Grado	Classe	Velocità sismica (m/s)
Molto buono	A	$V_{S30} > 800$
Buono	B	$360 < V_{S30} < 800$
Discreto	C	$180 < V_{S30} < 360$
Sufficiente	D	$V_{S30} < 180$
Insufficiente	E	Strati sup. all. (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Molto scadente	S1	$V_{S30} < 100$
Pessimo	S2	$V_{S30} < 50$

La stratigrafia  $V_s$  riportata nelle tavole allegate è quella utilizzata per il calcolo del  $V_{S30}$  ed è sismicamente equivalente e ragionevolmente prossima alla stratigrafia reale ma probabilmente non esattamente coincidente.

L'indagine realizzata ha permesso di individuare pertanto la categoria di sottosuolo sulla base del parametro  $V_{S30}$  ottenuto pari a **290 m/s**; tale tipologia di terreno, facendo riferimento al paragrafo 3.2.2. delle NTC 2008, ricade all'interno della categoria di **sottosuolo C**:

*“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s...”.*



## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

### 6.1 DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE

L'area di intervento, come l'intero territorio comunale di Faule, secondo la normativa vigente (classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 – B.U.R.P. n. 50 del 15/12/2011), riguardante la classificazione sismica dei comuni piemontesi (D.G.R. 11-13058 del 19/01/2010), è compreso all'interno della **Zona 3**.

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV richiamate dal D.M. 14 Gennaio 2008 l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale  $a_g$  riferito a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s compreso tra 0,075g e 0,100g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).

Le azioni sismiche di progetto, con le quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (PGA - Pick Ground Acceleration =  $a_g$ ) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissati periodi di ritorno  $T_R$ .

Ai fini delle NTC, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei parametri  $a_g$  (accelerazione orizzontale max),  $F_0$  (valore max fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T^*C$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) su sito di riferimento rigido orizzontale. Di seguito si riportano i parametri ed i coefficienti sismici calcolati per il caso specifico.

Per quanto riguarda la strategia di progettazione, vengono attribuiti i valori di vita nominale e la classe d'uso dell'opera strutturale (punti 2.4.1 e 2.4.2 delle NTC); da tali valori è possibile ottenere il periodo di riferimento per l'azione sismica (punto 2.4.3 delle NTC).

Nel caso specifico sono stati adottati i seguenti parametri:

**VN = 50 anni** (opere ordinarie)

**C<sub>U</sub> = 1,5**, coefficiente relativo alla classe d'uso III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi).



**$V_R = 75$  anni**, dato dal prodotto di  $V_N * C_U$

Per il sito in esame, è stata attribuita una categoria di sottosuolo tipo C (come dedotto dall'indagine MASW eseguita in sito) ed una classe di amplificazione topografica T1.

Per la determinazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, è stato utilizzato il foglio di calcolo reso disponibile dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (sito internet [www.cslp.it](http://www.cslp.it) – Spettri di risposta ver. 1.0.3.), il quale definisce gli spettri di risposta relativi ad uno stato limite. Sono stati ottenuti i seguenti valori per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

**$a_g$ : 0,093 (g)**

**$F_0$ : 2,627 (-)**

**$T_c^*$ : 0,279 (s)**

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

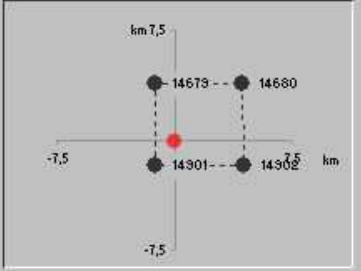
☒ Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 7,58680      LATITUDINE: 44,80441

☐ Ricerca per comune      REGIONE: Piemonte      PROVINCIA: Cuneo      COMUNE: Faule


**Elaborazioni grafiche**  
Grafici spettri di risposta ||>  
Variabilità dei parametri ||>

**Elaborazioni numeriche**  
Tabella parametri ||>

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione  
superficie rigata

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3





<b>Parametri sismici</b>					
<b>Stato limite operatività (SLO)</b>			<b>Stato limite danno (SLD)</b>		
Prob. Superamento	81	%	Prob. Superamento	63	%
Tr:	45	anni	Tr:	75	anni
ag:	0,035		ag:	0,043	
Fo:	2,54		Fo:	2,561	
Tc*:	0,209	(s)	Tc*:	0,224	(s)
<b>Stato limite salvaguarda della vita (SLV)</b>			<b>Stato limite collasso (SLC)</b>		
Prob. Superamento	10	%	Prob. Superamento	5	%
Tr:	712	anni	Tr:	1462	anni
ag:	0,093		ag:	0,115	
Fo:	2,627		Fo:	2,629	
Tc*:	0,279	(s)	Tc*:	0,287	(s)
<b>Coefficienti sismici per fondazioni e stabilità di versante</b>					
<b>Stato limite operatività (SLO)</b>			<b>Stato limite operatività (SLD)</b>		
Ss:	1,50		Ss:	1,50	
Cc:	1,76		Cc:	1,72	
St:	1,00		St:	1,00	
Kh:	0,009		Kh:	0,012	
Kv:	0,005		Kv:	0,006	
Amax:	0,515		Amax:	0,633	
Beta:	0,18		Beta:	0,18	
<b>Stato limite operatività (SLV)</b>			<b>Stato limite operatività (SLC)</b>		
Ss:	1,50		Ss:	1,52	
Cc:	1,60		Cc:	1,59	
St:	1,00		St:	1,00	
Kh:	0,025		Kh:	0,042	
Kv:	0,013		Kv:	0,021	
Amax:	1,368		Amax:	1,709	
Beta:	0,18		Beta:	0,24	

***N.B. Eventuali discordanze tra le ipotesi (classe d'uso, vita nominale...) e quanto previsto dal progettista/strutturista, comporterà chiaramente una nuova valutazione dei parametri e coefficienti sismici.***

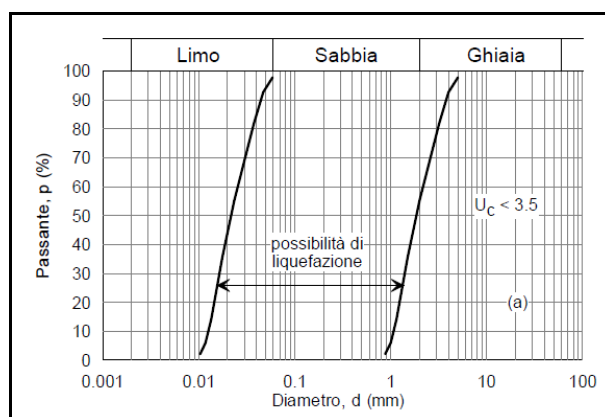
## 6.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE

Il D.M. 14 gennaio 2008 prevede, al punto 7.11.4.3.2, che la verifica della suscettibilità a liquefazione di un deposito possa essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

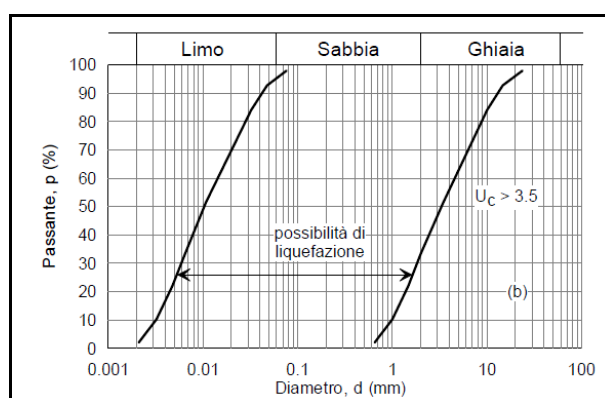
- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1g



- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente Figura 1 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_C < 3,5$  e nella Figura 2 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_C > 3,5$



**Figura 1**



**Figura 2**

### Applicazione del metodo al caso specifico

Per ciò che concerne la possibilità di liquefazione dei terreni nell'area analizzata, considerato il fatto che il caso specifico non rientra tra le casistiche precedentemente indicate (il valore di accelerazione massima attesa al sito è leggermente superiore al valore



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE									
(da prove dinamiche SPT)									
Metodo semplificato									
Metodo di Iwasaki et al. (1978 1984) modificato come da D.M. 14/01/2008 e Circolare 617 del 02/02/2009									
PARAMETRI:									
Diametro Perforazione	=	101	mm						
$\gamma$	=	1,8	g/cm <sup>3</sup>						
$\sigma_{vo}$	=	0,36	kg/cm <sup>2</sup>						
$\sigma'_{vo}$	=	0,36	kg/cm <sup>2</sup>						
profondità della prova	=	200	cm						
profondità falda	=	500	cm						
$\gamma_{H2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>						
Pressione neutra	=	0	kg/cm <sup>2</sup>						
z	=	2	m						
N <sub>SPT</sub>		2							
C <sub>N</sub> [Liao e Whitmann, 1968a]		1,68300327	Verificato						
Perpercentuale di Fine (FC)	=	0	%						
d <sub>50</sub>	=	0,074							
M <sub>w</sub>	=	6,14							
MSF	=	1,94	se M≤7.5						
		1,67	se M>7.5						
FORMULE:				RISULTATI:					
CRR	=	0,0882* $\text{RADQ}(E16/(E9+0,7))$ +0,225 $\log(0,35/E17)$		se 0,04 ≤ d <sub>50</sub> ≤ 0,6	=	0,287952475	CRR		
CRR	=	0,0882* $\text{RADQ}(E16/(E9+0,7))$ -0,05		se 0,6 < d <sub>50</sub> ≤ 1,5	=	0,086114302			
CSR	=	0,65*((a <sub>max</sub> /g)*(σ <sub>vo</sub> /σ' <sub>vo</sub> ))*r <sub>d</sub> *1/MSF		se M≤7.5	=	0,045309714	CSR <sub>M≤7,5</sub>		
				se M>7.5	=	0,052559218	CSR <sub>M&gt;7,5</sub>		
a <sub>max</sub> /g = 0,137									
r <sub>d</sub> = 0,9847									
Fs=CRR/CSR > 1,25		se M ≤ 7.5	se 0,04 ≤ d <sub>50</sub> ≤ 0,6	=	6,355204047	Verificato Fs			
			se 0,6 < d <sub>50</sub> ≤ 1,5	=	1,900570441	Verificato Fs			
			se 0,04 ≤ d <sub>50</sub> ≤ 0,6	=	5,47862941	Verificato Fs			
			se 0,6 < d <sub>50</sub> ≤ 1,5	=	1,638424358	Verificato Fs			

Per la valutazione della resistenza di un terreno alla liquefazione, è richiesta la stima della domanda di resistenza ciclica alla liquefazione (CSR) e della capacità di resistenza del terreno alla liquefazione espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica (CRR). La conoscenza di questi due parametri consente la valutazione del fattore di sicurezza.





I dati introdotti nella tabella sopra, sono stati dedotti come già accennato in precedenza dalle indagini eseguite in sito. Per quanto riguarda invece il valore di magnitudo attesa al sito, si è fatto riferimento al documento *“Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n. 3274, All. 1 – Rapporto conclusivo”* (Gruppo di Lavoro 2004. *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, Aprile 2004, 65 pp+5 appendici*). Si è optato per utilizzare il valore di  $M_{wmax}$  indicato come “cautelativo” (quindi non considerando i valori “osservati”), che indica per la zona sismogenetica 908 un valore di magnitudo pari a 6.14. Per ciò che concerne il valore di  $d_{50}$ , si è fatto riferimento ai risultati ottenuti da campioni indisturbati prelevati per un sito estrattivo sotto falda a breve distanza dal sito d’intervento (in corrispondenza del sondaggio già citato all’interno del paragrafo 4.1 del presente studio); più nel dettaglio sono stati presi in considerazione i dati granulometrici relativi ad un campione prelevato alla profondità di 5 m dal p.c., il quale evidenzia la presenza di un deposito del tutto simile come caratteristiche a quello individuato in loco durante la realizzazione dei pozzetti esplorativi. Il campione di terreno è costituito principalmente da limi, limi sabbiosi con le seguenti caratteristiche: passante al setaccio n. 200 pari a 52,9%, mentre la frazione sabbiosa si attesta su valori decisamente inferiori è pari a 35-40%. Si intuisce pertanto come la maggior parte del deposito presenti una frazione con diametro inferiore agli 0,074 mm (passante allo staccio n. 200 superiore al 50%), valore che è stato pertanto attribuito come  $d_{50}$ . Per quanto riguarda la percentuale di materiali fini (FC), è stato attribuito cautelativamente un valore nullo in considerazione dell’aumento della frazione sabbiosa in profondità (unità geotecnica 2).

Nel complesso, sulla base dei dati considerati, si può pertanto escludere la possibilità di potenziali fenomeni di liquefazione dei terreni.

## 6 CONCLUSIONI

E’ stato condotto uno studio geologico e geomorfologico al fine di valutare la fattibilità dell’intervento relativo alla realizzazione del progetto che prevede la costruzione di una nuova Scuola Elementare Intercomunale per i Comuni di Polonghera e Faule, nel territorio comunale di Faule.



Nel rispetto delle note tecniche espresse nella presente relazione, durante le indagini è emerso che ragionevolmente si può escludere che la fattibilità degli interventi in progetto sia pregiudicata da particolari condizionamenti di natura geologica.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica dei terreni, sono stati realizzati n. 5 pozzetti esplorativi di profondità comprese tra i 2,4 m ed i 2,7 m, oltrechè n. 7 prove penetrometriche dinamiche, spinte fino a 7-9 m dal p.c.; tali indagini hanno permesso di individuare visivamente i terreni caratterizzanti il sottosuolo nei primi metri e di definirne i principali parametri geotecnici mediante l'esecuzione delle indagini geognostiche suddette. È stata inoltre realizzata un'indagine geofisica tipo MASW al fine di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali  $V_s$  da cui ricavare il parametro  $V_{s30}$ .

In considerazione di quanto asserito all'interno del presente studio, è possibile giungere alle seguenti conclusioni.

- ✓ Il sito d'intervento ricade all'interno della fascia di esondazione C come definita dal PSFF. Facendo riferimento all'elaborato "*Relazione e normativa geologica*" allegata al P.R.G. del Comune di Faule, capitolo 9, art. 2, non sarà pertanto possibile realizzare volumi interrati o seminterrati; il piano terra della nuova struttura in progetto dovrà avere una sopraelevazione minima di +30 cm rispetto alla quota media del p.c. circostante.
- ✓ In considerazione della morfologia del sito in progetto e della granulometria generalmente fine dei terreni presenti superficialmente, caratterizzati da una bassa conducibilità idraulica, si potrebbero verificare in occasione di precipitazioni particolarmente intense e/o prolungate fenomeni di ristagno idrico; si consiglia pertanto la realizzazione di opportuni sistemi di drenaggio per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche, al fine di evitare i ristagni suddetti in corrispondenza della struttura in progetto.
- ✓ Sulla base delle indagini realizzate (pozzetti esplorativi e prove penetrometriche), dei dati litostratigrafici relativi ad un sondaggio realizzato a breve distanza per una cava di inerti e dei dati di letteratura specifica reperiti, è stato possibile ipotizzare un modello geotecnico dell'area oggetto d'intervento. In particolare, l'area è costituita da uno strato più superficiale rappresentato da limi/limi sabbiosi di spessore variabile (unità geotecnica 1), presente fino a profondità di circa 6-8 m; all'interno di tali depositi si rinvenivano livelli, di potenza variabile (orizzonti da decimetrici a metrici),



- caratterizzati da una maggiore componente sabbiosa (unità geotecnica 2). Al di sotto, vengono intercettati degli orizzonti litologici maggiormente grossolani, costituiti da sabbie ghiaiose debolmente limose e ghiaie sabbiose (unità geotecnica 3).
- ✓ Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica dei terreni, le indagini in sito hanno evidenziato un contesto litologico nei primi 5-6 m dal p.c. con caratteristiche geomeccaniche mediocri (in particolare l'unità geotecnica 1), con progressivo miglioramento verso profondità maggiori. Per quanto riguarda la fase di progettazione strutturale e quindi di dimensionamento delle opere di fondazione, dovranno essere adottati i parametri caratteristici indicati all'interno del presente studio (si faccia riferimento a tal proposito al capitolo 5 "*Caratterizzazione geotecnica*"). Sulla base di quanto osservato ed in considerazione delle caratteristiche geotecniche evidenziate, sarà opportuno, in fase di progettazione strutturale, definire i cedimenti dei terreni in funzione dei carichi previsti. Qualora in sede di esecuzione degli scavi venisse riscontrata la presenza di orizzonti litologici con caratteristiche differenti e/o comunque con requisiti geotecnici maggiormente scadenti rispetto al modello geotecnico ipotizzato all'interno del presente studio, sarà opportuno valutare in tale fase l'esecuzione di eventuali indagini specifiche e/o eventuali modifiche progettuali.
  - ✓ L'indagine geofisica tipo MASW realizzata in corrispondenza del sito in esame, ha permesso di determinare il valore  $V_{s30}$ , pari a 290 m/s. E' stata attribuita pertanto ai terreni la **categoria C di sottosuolo** secondo quanto disposto dal D.M. 14 gennaio 2008 (paragrafo 3.2.2 delle Norme tecniche per le costruzioni) e **classe di amplificazione topografica T1**.

Facendo riferimento alle considerazioni appena esposte, nel rispetto delle prescrizioni illustrate nella relazione, si può quindi esprimere un parere positivo in merito alla fattibilità dell'intervento in progetto.

---

#### IL TECNICO

Dott. Geol. Francesco Lombardo  
Ordine Regionale Geologi Piemonte  
n° 735



## **INDICE**

1	INTRODUZIONE .....	1
2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	2
3	DATI DI BASE .....	2
3.1	IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	2
3.2	RICERCA DATI .....	4
4	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.....	6
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	6
4.2	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFIA DI SUPERFICIE .....	9
4.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	11
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	13
5.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE: POZZETTI ESPLORATIVI.....	13
5.2	CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO PENNI 30 .....	17
5.3	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....	17
5.4	MODELLO GEOTECNICO IPOTIZZATO .....	19
5.5	CORRELAZIONI UTILIZZATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	20
5.6	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI .....	23
5.7	MODULO DI SOTTOFONDO.....	24
5.8	INDAGINE GEOFISICA (MASW) .....	25
6	INQUADRAMENTO SISMICO .....	32
6.1	DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE .....	32
6.2	VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE .....	34
6	CONCLUSIONI.....	37





## **ALLEGATO 1**

CTR alla scala 1:5.000 – Ubicazione dell'area oggetto d'intervento e  
delle prove penetrometriche dinamiche eseguite



The map displays a topographic view of the Faule area. Elevation contours are shown in green, with labels such as 242.5, 243.1, 243.6, 244.4, 244.5, 244.6, 244.9, 245.1, 245.4, and 245.5. Buildings are represented by black outlines. A cluster of seven points, labeled PEN1 through PEN7, is marked with red dots and labeled in red text. The area is bounded by a dashed line. Other labels include 'S. Alasia' and 'C.na Crava'. A road labeled 'N. 663' is visible on the right side. The map also shows a 'Bealera del Molino' (mill dam) and a 'Faule' area. The map is oriented with North at the top.

# Faule

S. Alasia

C.na  
Crava

## Bealera del Molino.

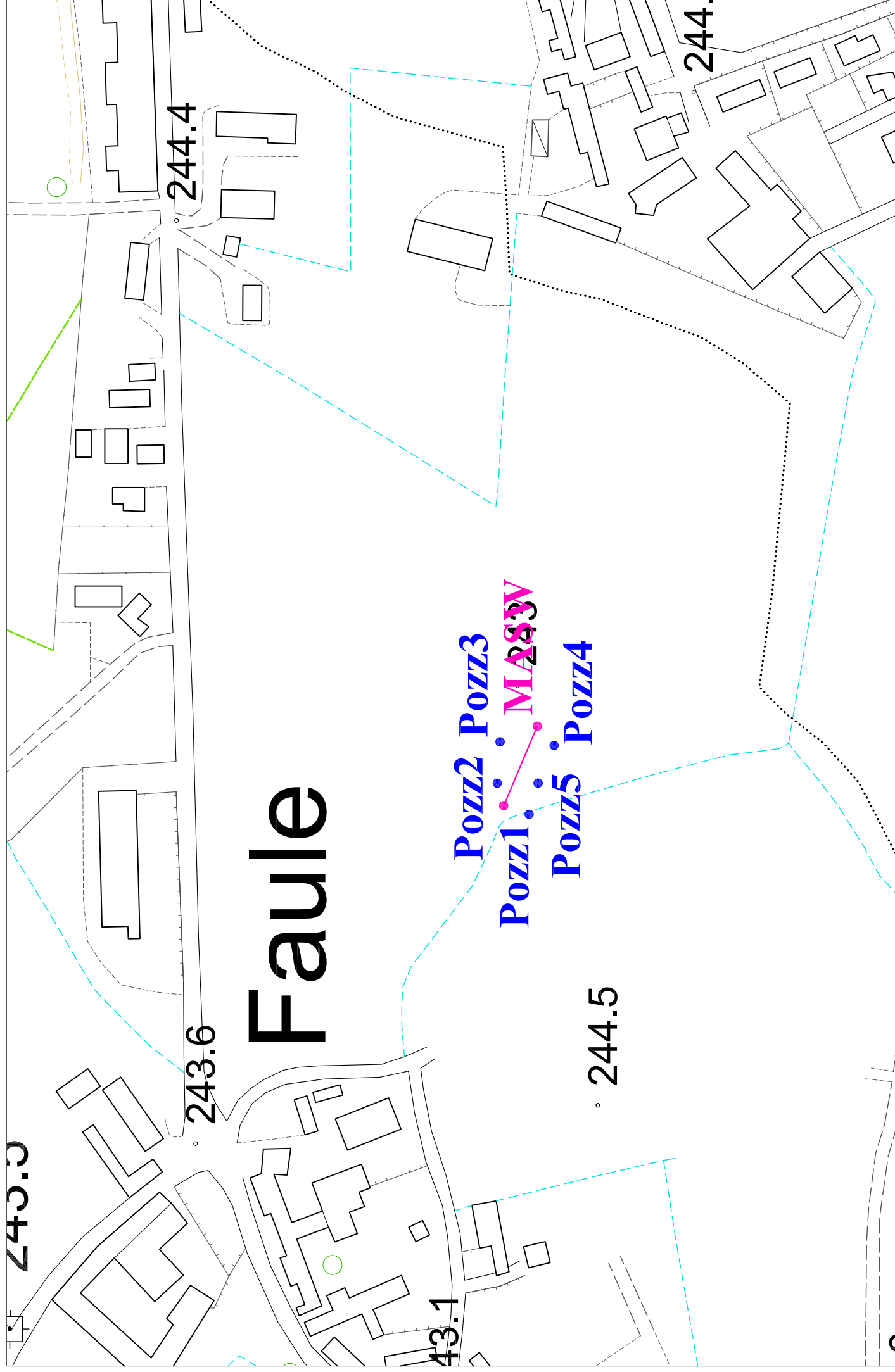
NI 663

## **ALLEGATO 2**

CTR alla scala 1:2.500 – Ubicazione dell'area oggetto d'intervento e  
delle prove penetrometriche dinamiche eseguite



CTR ALLA SCALA 1:2.500 - LOCALIZZAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO, DEI POZZETTI  
ESPLORATIVI E DELL'INDAGINE MASW REALIZZATI IN SITO

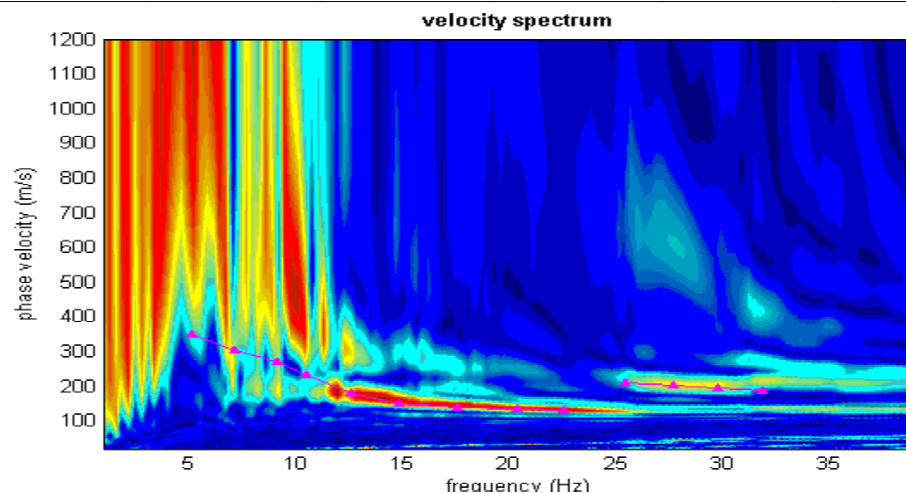




## **ALLEGATO 3**

Risultati dell'indagine MASW realizzata in sito

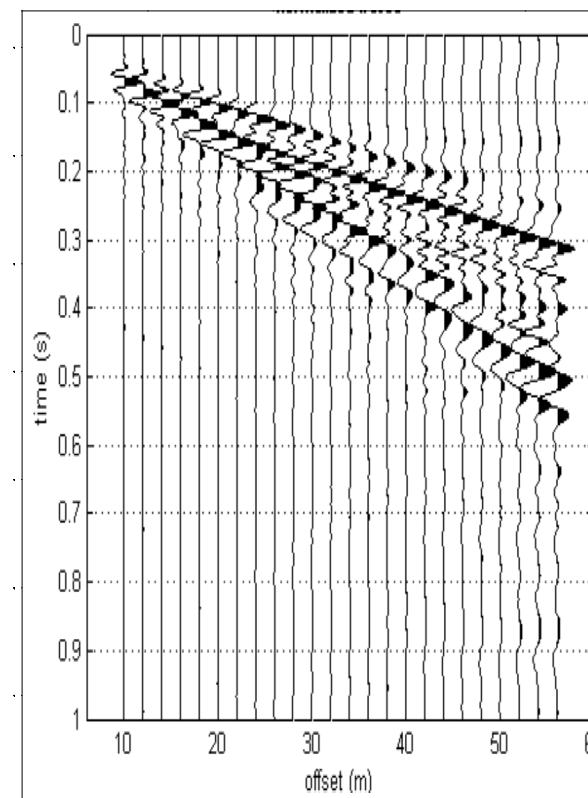




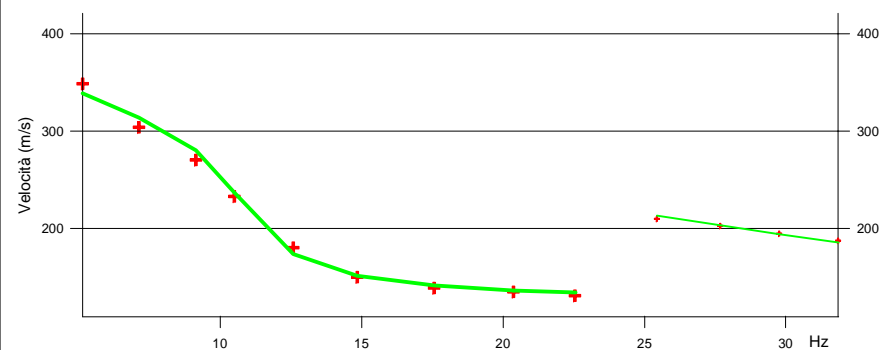
## LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

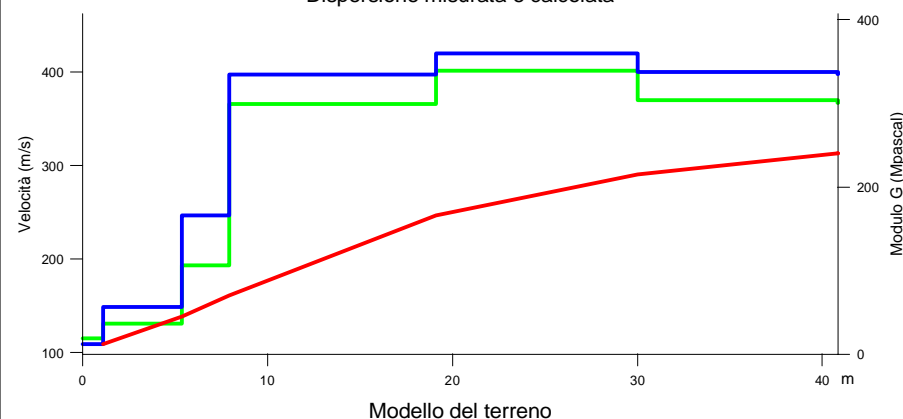
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula  $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

## TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	1.1	109	.0102	109	19
1.1	5.4	149	.0287	139	37
5.4	8	247	.0104	161	107
8	19.1	397	.0281	247	300
19.1	30	420	.026	291	339
30	40.9	400	.0271	313	304

VALORE CALCOLATO VS30 = 290 m/s

## PROVA SISMICA VS30

Località: Faule (TO)

Studio Dr. Geol. Lombardo

Metodologia MASW

## VELOCITA' DELLE ONDE S

All. 2/a

Marzo 2014

EEG  
GEOFISICA  
ELABORAZIONE DATI

## **ALLEGATO 4**

Relazione relativa alla indagini geognostiche eseguite  
(prove penetrometriche dinamiche)





**REGIONE PIEMONTE – Provincia di Cuneo**



## **COMUNE DI FAULE**

**COMMITTENTE:**

**COMUNE DI FAULE**

**COMUNE DI POLONGHERA**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE**



***Studio Geologico Lombardo Dott. Francesco***

Via Meniella, 13 - 12030 – Sanfront (CN)

Tel. 335-8308289 – Mail: [franzgeol@gmail.com](mailto:franzgeol@gmail.com)

---

**C.F. LMBFNC79A26H727A - P. I.V.A. 03212350049**



Il presente elaborato fa seguito all'incarico conferito allo Studio Geologico Lombardo Dott. Francesco dal Comune di Faule; in particolare, sono state eseguite n. 7 prove penetrometriche dinamiche in un'area ubicata nei pressi di Via Padre Rolfo e la Strada Vicinale della Vraitina, nel territorio comunale di Faule (Cn). Le indagini geognostiche sono state eseguite al fine di effettuare una caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nei primi metri di sottosuolo.

Per l'esecuzione delle indagini suddette, è stato utilizzato un penetrometro dinamico medio tipo Compac Penni 30, modello P 17.00.00, avente le seguenti caratteristiche standard:

<b>CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO MEDIO COMPAC PENNI 30</b>	
Peso maglio	Kg 20 + 10 aggiuntivi
Altezza caduta libera	20 cm
Diametro punta conica	3,56 cm
Area di base della punta	10 cm <sup>2</sup>
Angolo di apertura della punta	60°
Lunghezza delle aste	100 cm
Peso asta singola	2,9 kg/m
Avanzamento punta	10 cm
Numero colpi per punta	N <sub>10</sub>

Dalla prova si ricava il valore di N<sub>10</sub>, che rappresenta il numero di colpi inferti da un maglio di peso pari a 30 kg e con altezza di caduta di 20 cm affinché vi sia un avanzamento della punta conica di 10 cm.

Per la conversione del numero di colpi del Penetrometro Penni 30 al numero di colpi della prova SPT, si ricava innanzitutto il coefficiente di riferimento  $\alpha$  dalla seguente relazione:

$$\alpha = \frac{m1 * h1 * e2 * A2}{m2 * h2 * e1 * A1} = 1,32 \text{ (E. Pasqualini, 1983)}$$

in cui:

m1; h1; e1; A1 = dati Penetrometro SPT

m2; h2; e2; A2 = dati Penetrometro Penni 30

Una volta ottenuto il valore del coefficiente  $\alpha$ , il numero corrispondente di  $N_{SPT}$  è dato da:

$$N_{SPT} = \frac{N}{\alpha}$$

in cui N è il numero di colpi del Penetrometro Penni.

Le prove penetrometriche realizzate sono state spinte a profondità variabili, comprese tra i 7 m ed i 9 m; le prove n. 1, 5 e 7 sono state interrotte alle profondità, rispettivamente, di 7 m, 8,6 m e 7,1 m dal p.c. per rifiuto all'avanzamento della punta. In allegato si riportano i risultati relativi alle prove penetrometriche realizzate (valori di  $N_{10}$  e rispettivi valori di  $N_{SPT}$ ) e i diagrammi numerici colpi/profondità, RPD/profondità e  $Q_{amm}$ /profondità (questi ultimi due devono essere utilizzati con molta prudenza e solo per prime stime di massima).

## **FOTO AEREA CON LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE ESEGUITE**



**RISULTATI INDAGINI PENETROMETRICHE  
DINAMICHE**



Prova penetrometrica n. 1						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	1	1		5.1	4	3
0.2	4	3		5.2	7	5
0.3	4	3		5.3	8	6
0.4	5	4		5.4	5	4
0.5	5	4		5.5	7	5
0.6	7	5		5.6	11	8
0.7	6	5		5.7	12	9
0.8	5	4		5.8	17	13
0.9	5	4		5.9	22	17
1	6	5		6	24	18
1.1	6	5		6.1	19	14
1.2	5	4		6.2	17	13
1.3	2	2		6.3	21	16
1.4	1	1		6.4	21	16
1.5	1	1		6.5	21	16
1.6	2	2		6.6	21	16
1.7	1	1		6.7	22	17
1.8	1	1		6.8	26	20
1.9	2	2		6.9	45	34
2	2	2		7	R	R
2.1	2	2				
2.2	3	2				
2.3	1	1				
2.4	1	1				
2.5	2	2				
2.6	4	3				
2.7	6	5				
2.8	8	6				
2.9	9	7				
3	12	9				
3.1	14	11				
3.2	12	9				
3.3	13	10				
3.4	15	11				
3.5	13	10				
3.6	10	8				
3.7	10	8				
3.8	12	9				
3.9	12	9				
4	13	10				
4.1	10	8				
4.2	10	8				
4.3	10	8				
4.4	8	6				
4.5	8	6				
4.6	5	4				
4.7	5	4				
4.8	8	6				
4.9	8	6				
5	4	3				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

Prova penetrometrica n. 2						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	3	2		5.1	20	15
0.2	5	4		5.2	21	16
0.3	5	4		5.3	15	11
0.4	6	5		5.4	11	8
0.5	8	6		5.5	11	8
0.6	8	6		5.6	10	8
0.7	3	2		5.7	9	7
0.8	4	3		5.8	9	7
0.9	5	4		5.9	10	8
1	5	4		6	9	7
1.1	5	4		6.1	8	6
1.2	7	5		6.2	9	7
1.3	6	5		6.3	8	6
1.4	4	3		6.4	8	6
1.5	2	2		6.5	7	5
1.6	1	1		6.6	7	5
1.7	1	1		6.7	8	6
1.8	1	1		6.8	12	9
1.9	1	1		6.9	15	11
2	1	1		7	10	8
2.1	1	1		7.1	10	8
2.2	1	1		7.2	11	8
2.3	1	1		7.3	18	14
2.4	1	1		7.4	25	19
2.5	1	1		7.5	30	23
2.6	2	2		7.6	39	30
2.7	1	1		7.7	29	22
2.8	3	2		7.8	23	17
2.9	3	2		7.9	22	17
3	1	1		8	22	17
3.1	3	2		8.1	26	20
3.2	4	3		8.2	19	14
3.3	3	2		8.3	17	13
3.4	2	2		8.4	22	17
3.5	3	2		8.5	25	19
3.6	3	2				
3.7	4	3				
3.8	4	3				
3.9	10	8				
4	18	14				
4.1	12	9				
4.2	10	8				
4.3	10	8				
4.4	12	9				
4.5	18	14				
4.6	18	14				
4.7	15	11				
4.8	15	11				
4.9	14	11				
5	19	14				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

Prova penetrometrica n. 3						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	1	1		5.1	12	9
0.2	2	2		5.2	19	14
0.3	4	3		5.3	21	16
0.4	6	5		5.4	13	10
0.5	7	5		5.5	13	10
0.6	6	5		5.6	11	8
0.7	5	4		5.7	11	8
0.8	5	4		5.8	9	7
0.9	5	4		5.9	19	14
1	4	3		6	19	14
1.1	9	7		6.1	14	11
1.2	8	6		6.2	13	10
1.3	6	5		6.3	15	11
1.4	4	3		6.4	17	13
1.5	1	1		6.5	15	11
1.6	1	1		6.6	9	7
1.7	1	1		6.7	7	5
1.8	1	1		6.8	8	6
1.9	1	1		6.9	26	20
2	1	1		7	23	17
2.1	1	1		7.1	20	15
2.2	1	1		7.2	15	11
2.3	1	1		7.3	14	11
2.4	1	1		7.4	16	12
2.5	1	1		7.5	18	14
2.6	2	2		7.6	18	14
2.7	2	2		7.7	14	11
2.8	1	1		7.8	7	5
2.9	2	2		7.9	8	6
3	1	1		8	10	8
3.1	2	2		8.1	15	11
3.2	3	2		8.2	18	14
3.3	2	2		8.3	20	15
3.4	2	2		8.4	23	17
3.5	2	2		8.5	23	17
3.6	3	2		8.6	20	15
3.7	3	2		8.7	18	14
3.8	4	3		8.8	19	14
3.9	6	5		8.9	20	15
4	24	18		9	20	15
4.1	20	15				
4.2	15	11				
4.3	11	8				
4.4	13	10				
4.5	14	11				
4.6	17	13				
4.7	19	14				
4.8	14	11				
4.9	14	11				
5	14	11				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

Prova penetrometrica n. 4						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	2	2		5.1	16	12
0.2	2	2		5.2	19	14
0.3	6	5		5.3	20	15
0.4	7	5		5.4	22	17
0.5	7	5		5.5	16	12
0.6	6	5		5.6	16	12
0.7	4	3		5.7	13	10
0.8	4	3		5.8	16	12
0.9	4	3		5.9	25	19
1	4	3		6	26	20
1.1	4	3		6.1	24	18
1.2	5	4		6.2	27	20
1.3	3	2		6.3	22	17
1.4	3	2		6.4	22	17
1.5	4	3		6.5	20	15
1.6	4	3		6.6	30	23
1.7	2	2		6.7	32	24
1.8	1	1		6.8	39	30
1.9	1	1		6.9	28	21
2	1	1		7	31	23
2.1	1	1		7.1	22	17
2.2	1	1		7.2	17	13
2.3	1	1		7.3	17	13
2.4	1	1		7.4	20	15
2.5	2	2		7.5	20	15
2.6	2	2		7.6	27	20
2.7	1	1		7.7	25	19
2.8	1	1		7.8	23	17
2.9	2	2		7.9	21	16
3	2	2		8	20	15
3.1	2	2		8.1	23	17
3.2	6	5		8.2	20	15
3.3	4	3		8.3	20	15
3.4	3	2		8.4	22	17
3.5	2	2		8.5	26	20
3.6	4	3		8.6	27	20
3.7	4	3		8.7	24	18
3.8	4	3		8.8	22	17
3.9	5	4		8.9	24	18
4	5	4		9	20	15
4.1	5	4				
4.2	5	4				
4.3	6	5				
4.4	7	5				
4.5	8	6				
4.6	18	14				
4.7	22	17				
4.8	20	15				
4.9	17	13				
5	15	11				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose



Prova penetrometrica n. 5						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	1	1		5.1	12	9
0.2	4	3		5.2	7	5
0.3	4	3		5.3	5	4
0.4	5	4		5.4	6	5
0.5	6	5		5.5	11	8
0.6	5	4		5.6	16	12
0.7	3	2		5.7	13	10
0.8	3	2		5.8	6	5
0.9	4	3		5.9	6	5
1	3	2		6	8	6
1.1	2	2		6.1	7	5
1.2	1	1		6.2	5	4
1.3	2	2		6.3	5	4
1.4	1	1		6.4	7	5
1.5	2	2		6.5	9	7
1.6	1	1		6.6	7	5
1.7	1	1		6.7	5	4
1.8	1	1		6.8	4	3
1.9	2	2		6.9	6	5
2	1	1		7	9	7
2.1	1	1		7.1	17	13
2.2	1	1		7.2	24	18
2.3	1	1		7.3	20	15
2.4	3	2		7.4	18	14
2.5	2	2		7.5	16	12
2.6	1	1		7.6	16	12
2.7	2	2		7.7	20	15
2.8	3	2		7.8	15	11
2.9	2	2		7.9	23	17
3	2	2		8	22	17
3.1	2	2		8.1	29	22
3.2	7	5		8.2	21	16
3.3	9	7		8.3	25	19
3.4	12	9		8.4	35	27
3.5	10	8		8.5	52	39
3.6	7	5		8.6	R	R
3.7	9	7				
3.8	10	8				
3.9	13	10				
4	9	7				
4.1	7	5				
4.2	6	5				
4.3	10	8				
4.4	9	7				
4.5	13	10				
4.6	13	10				
4.7	11	8				
4.8	8	6				
4.9	13	10				
5	18	14				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

Prova penetrometrica n. 6						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	1	1		5.1	11	8
0.2	3	2		5.2	10	8
0.3	5	4		5.3	7	5
0.4	6	5		5.4	7	5
0.5	7	5		5.5	8	6
0.6	7	5		5.6	9	7
0.7	6	5		5.7	16	12
0.8	7	5		5.8	23	17
0.9	7	5		5.9	18	14
1	7	5		6	11	8
1.1	7	5		6.1	14	11
1.2	5	4		6.2	23	17
1.3	6	5		6.3	15	11
1.4	3	2		6.4	8	6
1.5	3	2		6.5	7	5
1.6	1	1		6.6	10	8
1.7	1	1		6.7	12	9
1.8	1	1		6.8	11	8
1.9	1	1		6.9	8	6
2	1	1		7	5	4
2.1	2	2		7.1	4	3
2.2	1	1		7.2	7	5
2.3	1	1		7.3	8	6
2.4	1	1		7.4	10	8
2.5	1	1		7.5	13	10
2.6	1	1		7.6	18	14
2.7	1	1		7.7	18	14
2.8	4	3		7.8	17	13
2.9	9	7		7.9	25	19
3	9	7		8	30	23
3.1	8	6				
3.2	8	6				
3.3	16	12				
3.4	13	10				
3.5	13	10				
3.6	17	13				
3.7	19	14				
3.8	15	11				
3.9	15	11				
4	15	11				
4.1	14	11				
4.2	14	11				
4.3	13	10				
4.4	11	8				
4.5	7	5				
4.6	5	4				
4.7	6	5				
4.8	7	5				
4.9	9	7				
5	7	5				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

Prova penetrometrica n. 7						
Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>		Quota (m)	N <sub>10</sub>	N <sub>SPT</sub>
0.1	2	2		5.1	4	3
0.2	8	6		5.2	5	4
0.3	7	5		5.3	7	5
0.4	7	5		5.4	4	3
0.5	6	5		5.5	13	10
0.6	4	3		5.6	11	8
0.7	4	3		5.7	7	5
0.8	7	5		5.8	3	2
0.9	8	6		5.9	2	2
1	5	4		6	4	3
1.1	5	4		6.1	15	11
1.2	4	3		6.2	25	19
1.3	2	2		6.3	16	12
1.4	1	1		6.4	30	23
1.5	1	1		6.5	31	23
1.6	1	1		6.6	23	17
1.7	2	2		6.7	28	21
1.8	2	2		6.8	17	13
1.9	2	2		6.9	34	26
2	2	2		7	37	28
2.1	2	2		7.1	R	R
2.2	2	2				
2.3	1	1				
2.4	2	2				
2.5	2	2				
2.6	6	5				
2.7	6	5				
2.8	6	5				
2.9	7	5				
3	12	9				
3.1	14	11				
3.2	20	15				
3.3	18	14				
3.4	16	12				
3.5	18	14				
3.6	19	14				
3.7	14	11				
3.8	14	11				
3.9	13	10				
4	10	8				
4.1	6	5				
4.2	6	5				
4.3	7	5				
4.4	7	5				
4.5	6	5				
4.6	4	3				
4.7	4	3				
4.8	4	3				
4.9	8	6				
5	5	4				

1 -11 colpi	Limi, limi sabbiosi
12-20 colpi	Limi sabbiosi, sabbie limose
>21 colpi	Sabbie debolmente ghiaiose talora con presenza di limo, ghiaie sabbiose

**DIAGRAMMI  $N_{dp}$ /PROFONDITA'**  
**DIAGRAMMI RPD/PROFONDITA'**  
**DIAGRAMMI  $Q_{amm}$ /PROFONDITA'**

---

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

---

---

## GENERALITA'

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	19-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	700 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

---

---

## CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

---

MODELLO	P 17.00.00
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)

---

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

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]



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 19-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 700 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	1	4.0	1	da 350 a 360	8	26.9	4
da 10 a 20	3	12.0	1	da 360 a 370	8	26.9	4
da 20 a 30	3	12.0	1	da 370 a 380	9	30.2	4
da 30 a 40	4	16.0	1	da 380 a 390	9	30.2	4
da 40 a 50	4	16.0	1	da 390 a 400	10	31.9	5
da 50 a 60	5	20.0	1	da 400 a 410	8	25.5	5
da 60 a 70	5	20.0	1	da 410 a 420	8	25.5	5
da 70 a 80	4	16.0	1	da 420 a 430	8	25.5	5
da 80 a 90	4	16.0	1	da 430 a 440	6	19.1	5
da 90 a 100	5	18.8	2	da 440 a 450	6	19.1	5
da 100 a 110	5	18.8	2	da 450 a 460	4	12.7	5
da 110 a 120	4	15.1	2	da 460 a 470	4	12.7	5
da 120 a 130	2	7.5	2	da 470 a 480	6	19.1	5
da 130 a 140	1	3.8	2	da 480 a 490	6	19.1	5
da 140 a 150	1	3.8	2	da 490 a 500	3	9.1	6
da 150 a 160	2	7.5	2	da 500 a 510	3	9.1	6
da 160 a 170	1	3.8	2	da 510 a 520	5	15.2	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	6	18.2	6
da 180 a 190	2	7.5	2	da 530 a 540	4	12.1	6
da 190 a 200	2	7.1	3	da 540 a 550	5	15.2	6
da 200 a 210	2	7.1	3	da 550 a 560	8	24.2	6
da 210 a 220	2	7.1	3	da 560 a 570	9	27.3	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	13	39.4	6
da 230 a 240	1	3.6	3	da 580 a 590	17	51.5	6
da 240 a 250	2	7.1	3	da 590 a 600	18	52.0	7
da 250 a 260	3	10.7	3	da 600 a 610	14	40.4	7
da 260 a 270	5	17.8	3	da 610 a 620	13	37.6	7
da 270 a 280	6	21.3	3	da 620 a 630	16	46.2	7
da 280 a 290	7	24.9	3	da 630 a 640	16	46.2	7
da 290 a 300	9	30.2	4	da 640 a 650	16	46.2	7
da 300 a 310	11	36.9	4	da 650 a 660	16	46.2	7
da 310 a 320	9	30.2	4	da 660 a 670	17	49.1	7
da 320 a 330	10	33.6	4	da 670 a 680	20	57.8	7
da 330 a 340	11	36.9	4	da 680 a 690	34	98.2	7
da 340 a 350	10	33.6	4	da 690 a 700	70	193.3	8

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

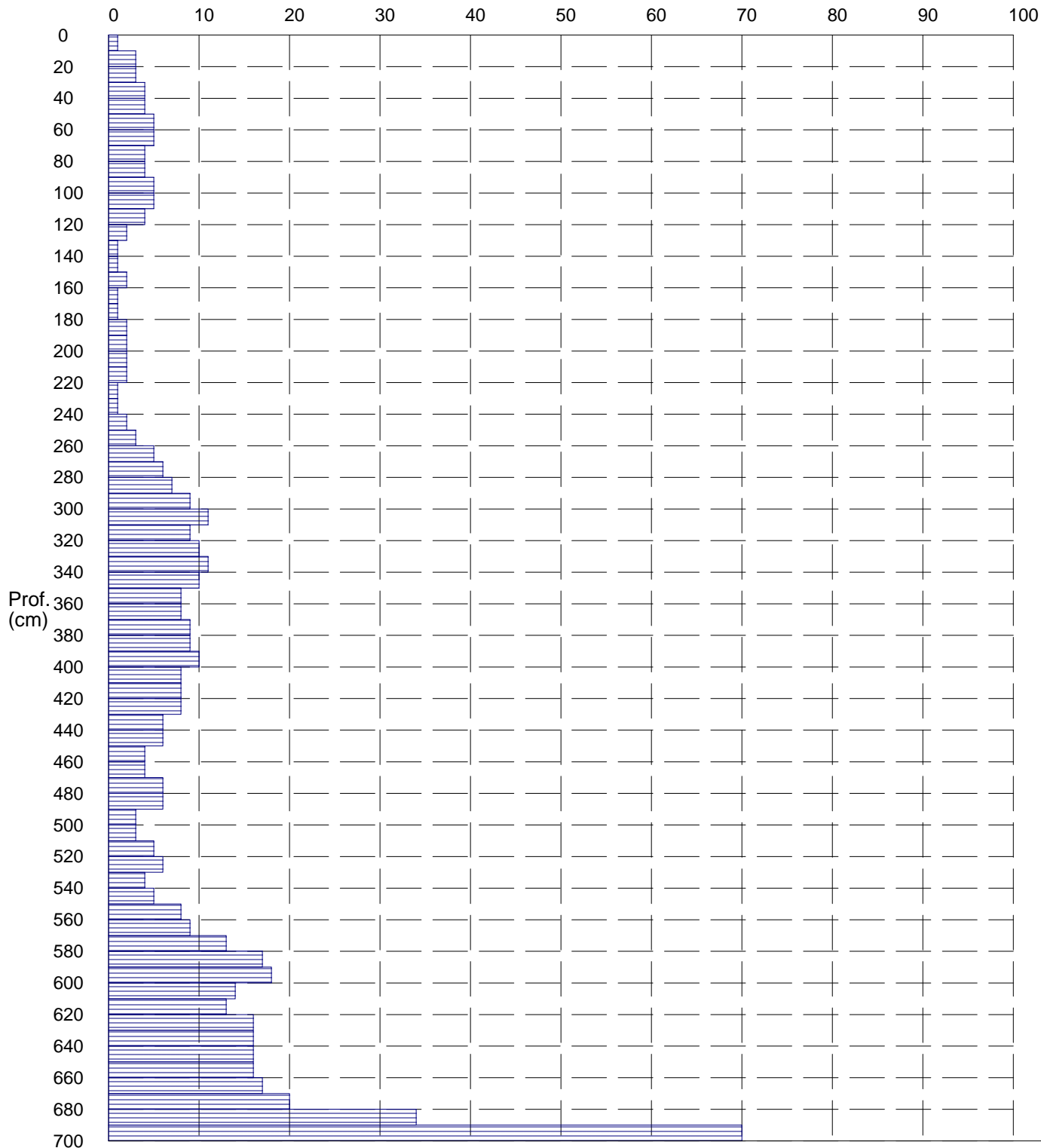
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 700 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



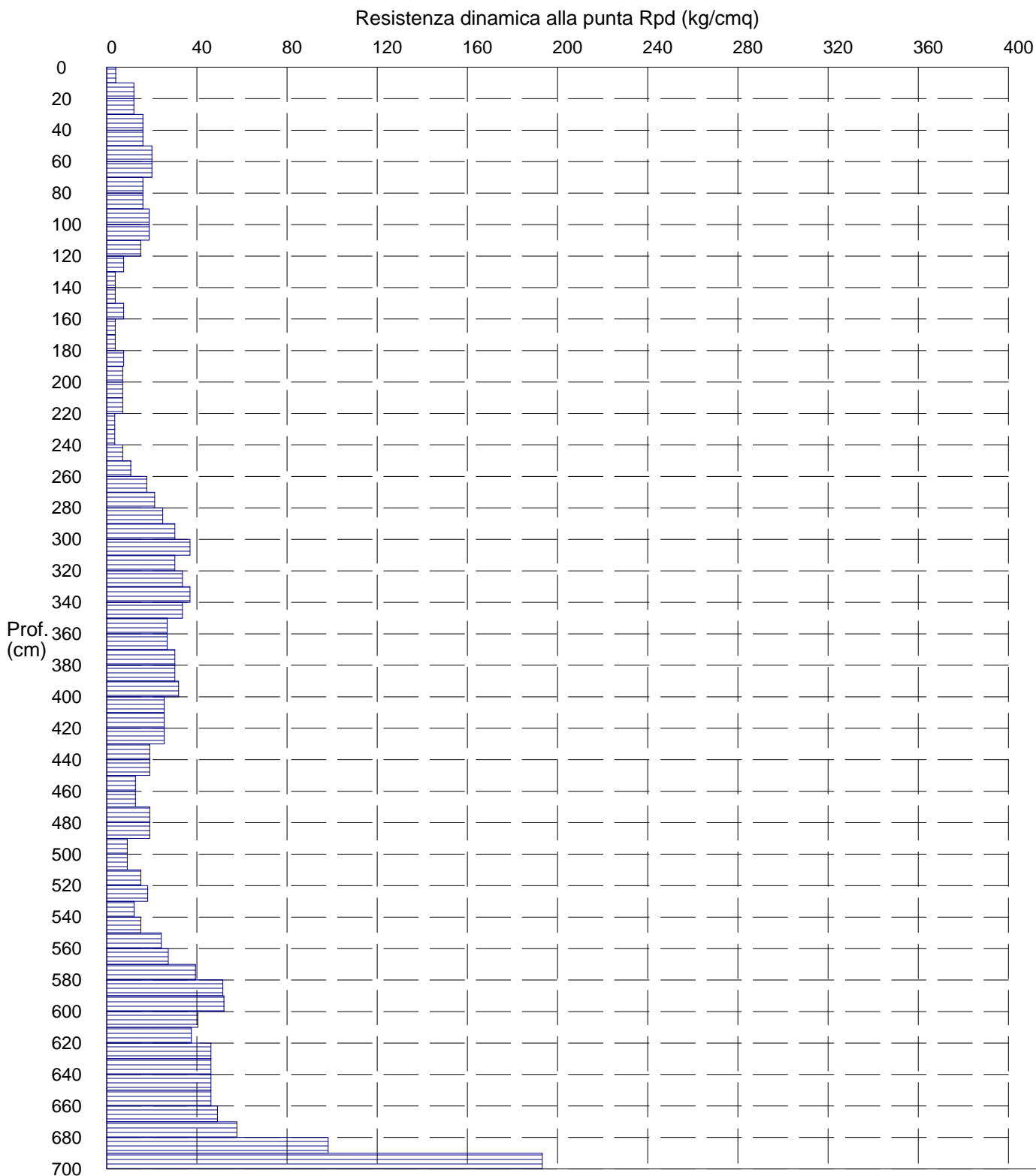
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 700 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



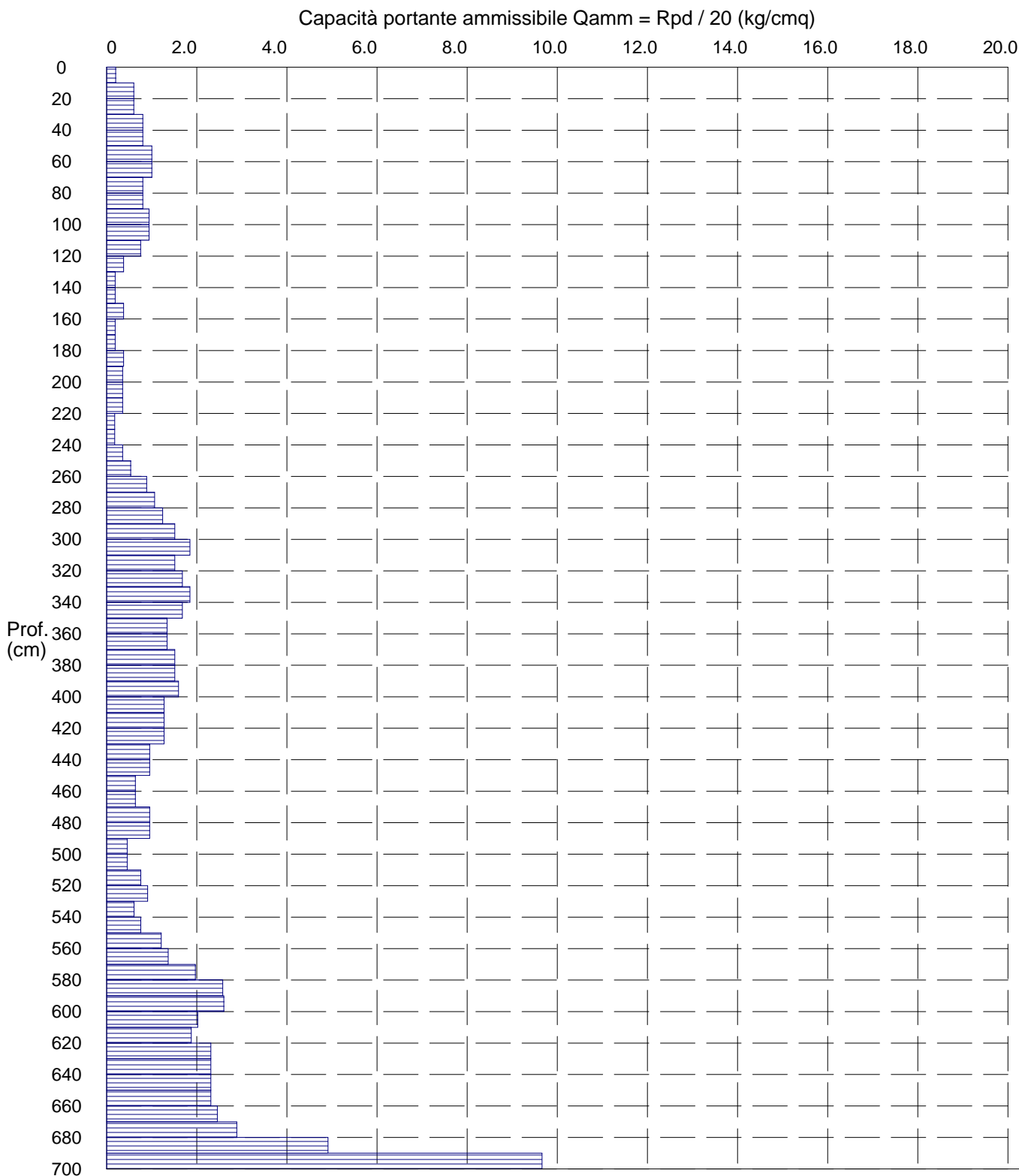
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 700 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

### Tabella valori di resistenza

#### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 19-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 850 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	2	8.0	1	da 350 a 360	2	6.7	4
da 10 a 20	4	16.0	1	da 360 a 370	3	10.1	4
da 20 a 30	4	16.0	1	da 370 a 380	3	10.1	4
da 30 a 40	5	20.0	1	da 380 a 390	8	26.9	4
da 40 a 50	6	24.1	1	da 390 a 400	14	44.6	5
da 50 a 60	6	24.1	1	da 400 a 410	9	28.7	5
da 60 a 70	2	8.0	1	da 410 a 420	8	25.5	5
da 70 a 80	3	12.0	1	da 420 a 430	8	25.5	5
da 80 a 90	4	16.0	1	da 430 a 440	9	28.7	5
da 90 a 100	4	15.1	2	da 440 a 450	14	44.6	5
da 100 a 110	4	15.1	2	da 450 a 460	14	44.6	5
da 110 a 120	5	18.8	2	da 460 a 470	11	35.0	5
da 120 a 130	5	18.8	2	da 470 a 480	11	35.0	5
da 130 a 140	3	11.3	2	da 480 a 490	11	35.0	5
da 140 a 150	2	7.5	2	da 490 a 500	14	42.4	6
da 150 a 160	1	3.8	2	da 500 a 510	15	45.5	6
da 160 a 170	1	3.8	2	da 510 a 520	16	48.5	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	11	33.3	6
da 180 a 190	1	3.8	2	da 530 a 540	8	24.2	6
da 190 a 200	1	3.6	3	da 540 a 550	8	24.2	6
da 200 a 210	1	3.6	3	da 550 a 560	8	24.2	6
da 210 a 220	1	3.6	3	da 560 a 570	7	21.2	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	7	21.2	6
da 230 a 240	1	3.6	3	da 580 a 590	8	24.2	6
da 240 a 250	1	3.6	3	da 590 a 600	7	20.2	7
da 250 a 260	2	7.1	3	da 600 a 610	6	17.3	7
da 260 a 270	1	3.6	3	da 610 a 620	7	20.2	7
da 270 a 280	2	7.1	3	da 620 a 630	6	17.3	7
da 280 a 290	2	7.1	3	da 630 a 640	6	17.3	7
da 290 a 300	1	3.4	4	da 640 a 650	5	14.4	7
da 300 a 310	2	6.7	4	da 650 a 660	5	14.4	7
da 310 a 320	3	10.1	4	da 660 a 670	6	17.3	7
da 320 a 330	2	6.7	4	da 670 a 680	9	26.0	7
da 330 a 340	2	6.7	4	da 680 a 690	11	31.8	7
da 340 a 350	2	6.7	4	da 690 a 700	8	22.1	8



---

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2**

### **Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

#### **GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	19-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	850 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>	<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>
da 700 a 710	8	22.1	8	da 770 a 780	17	46.9	8
da 710 a 720	8	22.1	8	da 780 a 790	17	46.9	8
da 720 a 730	14	38.7	8	da 790 a 800	17	44.9	9
da 730 a 740	19	52.5	8	da 800 a 810	20	52.9	9
da 740 a 750	23	63.5	8	da 810 a 820	14	37.0	9
da 750 a 760	30	82.8	8	da 820 a 830	13	34.4	9
da 760 a 770	22	60.7	8	da 830 a 840	17	44.9	9
				da 840 a 850	19	50.2	9

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

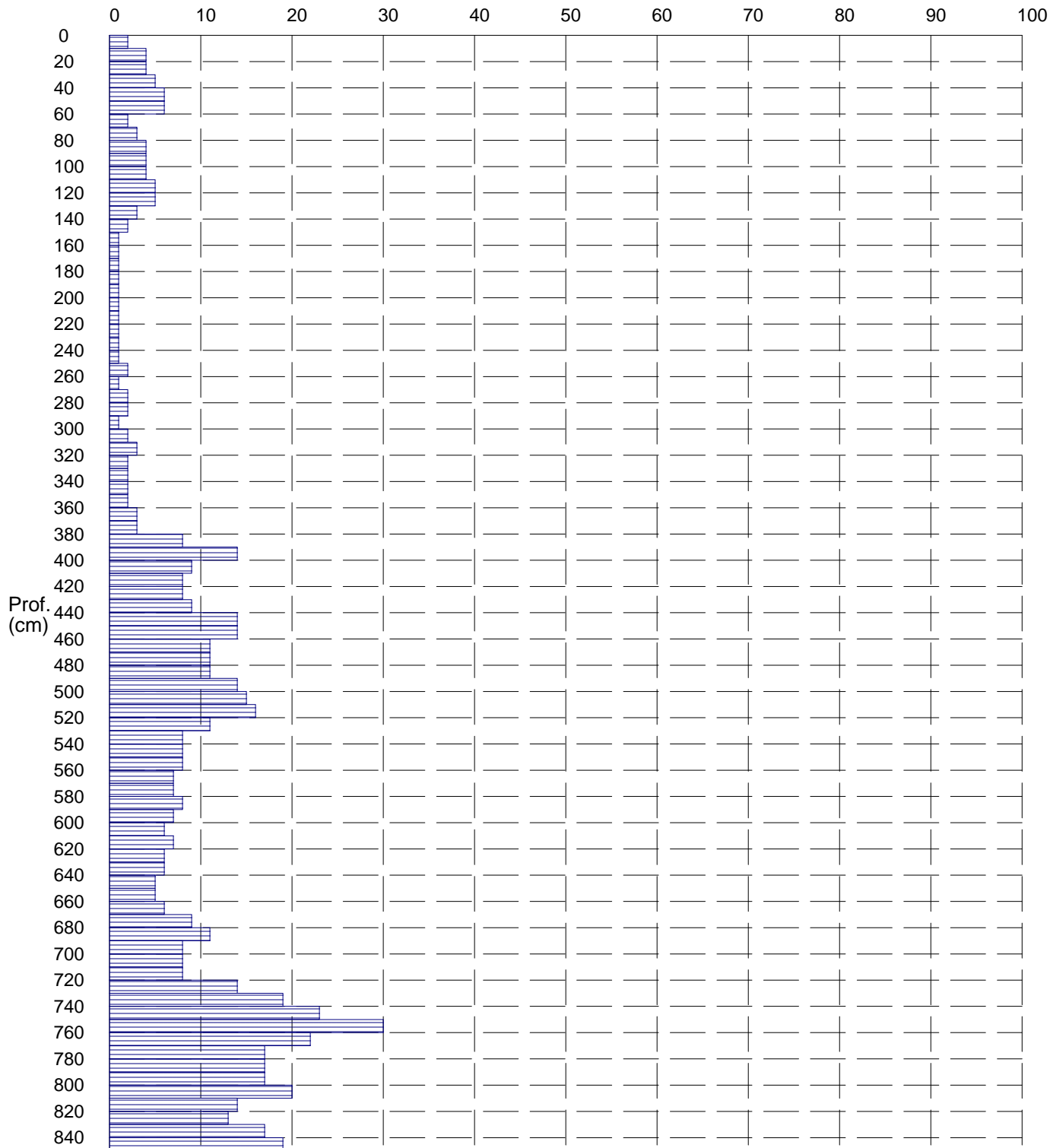
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 850 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



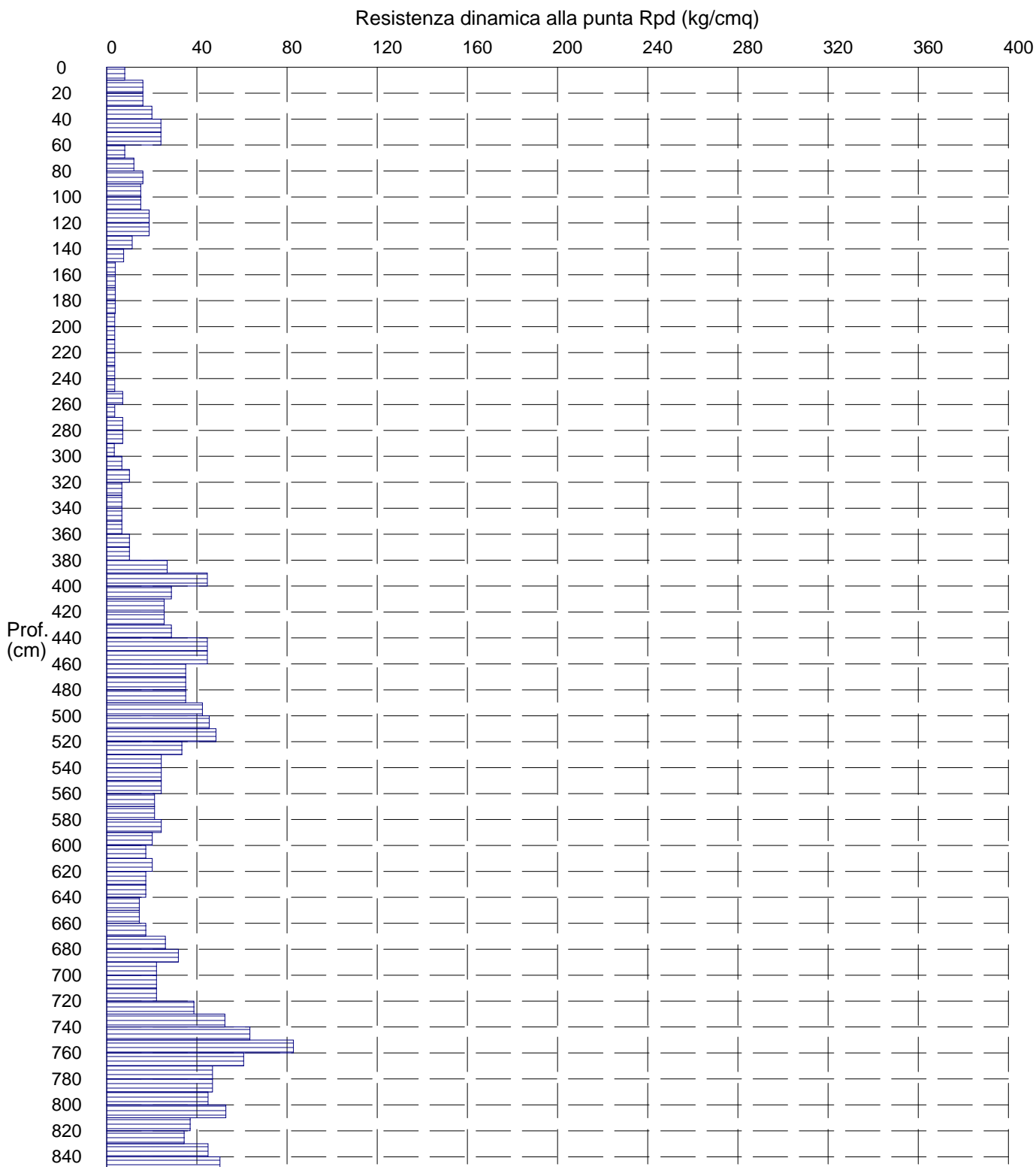
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 850 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



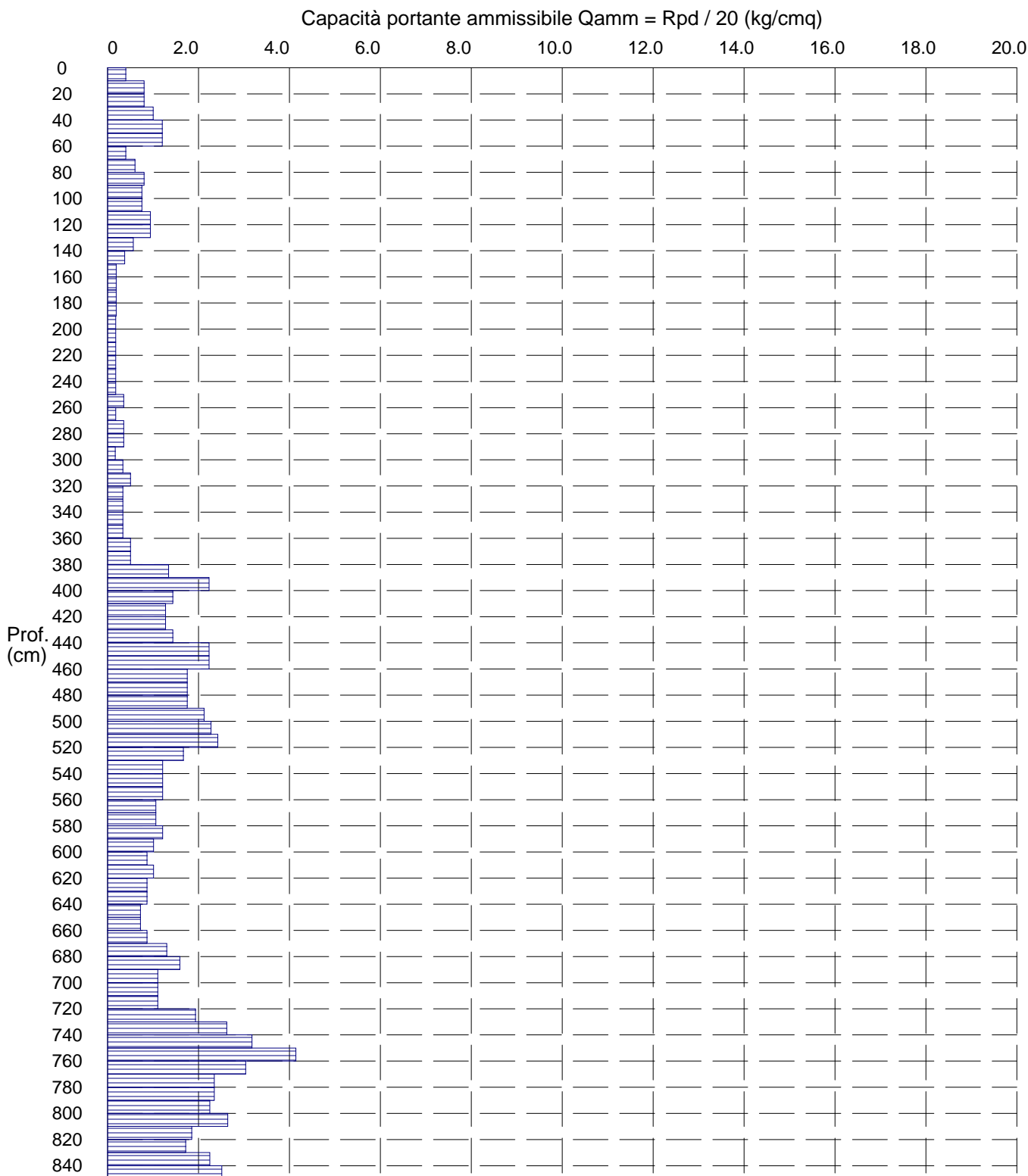
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 850 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 20-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 900 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	1	4.0	1	da 350 a 360	2	6.7	4
da 10 a 20	2	8.0	1	da 360 a 370	2	6.7	4
da 20 a 30	3	12.0	1	da 370 a 380	3	10.1	4
da 30 a 40	5	20.0	1	da 380 a 390	5	16.8	4
da 40 a 50	5	20.0	1	da 390 a 400	18	57.3	5
da 50 a 60	5	20.0	1	da 400 a 410	15	47.8	5
da 60 a 70	4	16.0	1	da 410 a 420	11	35.0	5
da 70 a 80	4	16.0	1	da 420 a 430	8	25.5	5
da 80 a 90	4	16.0	1	da 430 a 440	10	31.9	5
da 90 a 100	3	11.3	2	da 440 a 450	11	35.0	5
da 100 a 110	7	26.4	2	da 450 a 460	13	41.4	5
da 110 a 120	6	22.6	2	da 460 a 470	14	44.6	5
da 120 a 130	5	18.8	2	da 470 a 480	11	35.0	5
da 130 a 140	3	11.3	2	da 480 a 490	11	35.0	5
da 140 a 150	1	3.8	2	da 490 a 500	11	33.3	6
da 150 a 160	1	3.8	2	da 500 a 510	9	27.3	6
da 160 a 170	1	3.8	2	da 510 a 520	14	42.4	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	16	48.5	6
da 180 a 190	1	3.8	2	da 530 a 540	10	30.3	6
da 190 a 200	1	3.6	3	da 540 a 550	10	30.3	6
da 200 a 210	1	3.6	3	da 550 a 560	8	24.2	6
da 210 a 220	1	3.6	3	da 560 a 570	8	24.2	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	7	21.2	6
da 230 a 240	1	3.6	3	da 580 a 590	14	42.4	6
da 240 a 250	1	3.6	3	da 590 a 600	14	40.4	7
da 250 a 260	2	7.1	3	da 600 a 610	11	31.8	7
da 260 a 270	2	7.1	3	da 610 a 620	10	28.9	7
da 270 a 280	1	3.6	3	da 620 a 630	11	31.8	7
da 280 a 290	2	7.1	3	da 630 a 640	13	37.6	7
da 290 a 300	1	3.4	4	da 640 a 650	11	31.8	7
da 300 a 310	2	6.7	4	da 650 a 660	7	20.2	7
da 310 a 320	2	6.7	4	da 660 a 670	5	14.4	7
da 320 a 330	2	6.7	4	da 670 a 680	6	17.3	7
da 330 a 340	2	6.7	4	da 680 a 690	20	57.8	7
da 340 a 350	2	6.7	4	da 690 a 700	17	46.9	8

---

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3**

### **Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

#### **GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	20-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	900 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>	<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>
da 700 a 710	15	41.4	8	da 800 a 810	11	29.1	9
da 710 a 720	11	30.4	8	da 810 a 820	14	37.0	9
da 720 a 730	11	30.4	8	da 820 a 830	15	39.6	9
da 730 a 740	12	33.1	8	da 830 a 840	17	44.9	9
da 740 a 750	14	38.7	8	da 840 a 850	17	44.9	9
da 750 a 760	14	38.7	8	da 850 a 860	15	39.6	9
da 760 a 770	11	30.4	8	da 860 a 870	14	37.0	9
da 770 a 780	5	13.8	8	da 870 a 880	14	37.0	9
da 780 a 790	6	16.6	8	da 880 a 890	15	39.6	9
da 790 a 800	8	21.1	9	da 890 a 900	15	38.0	10



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

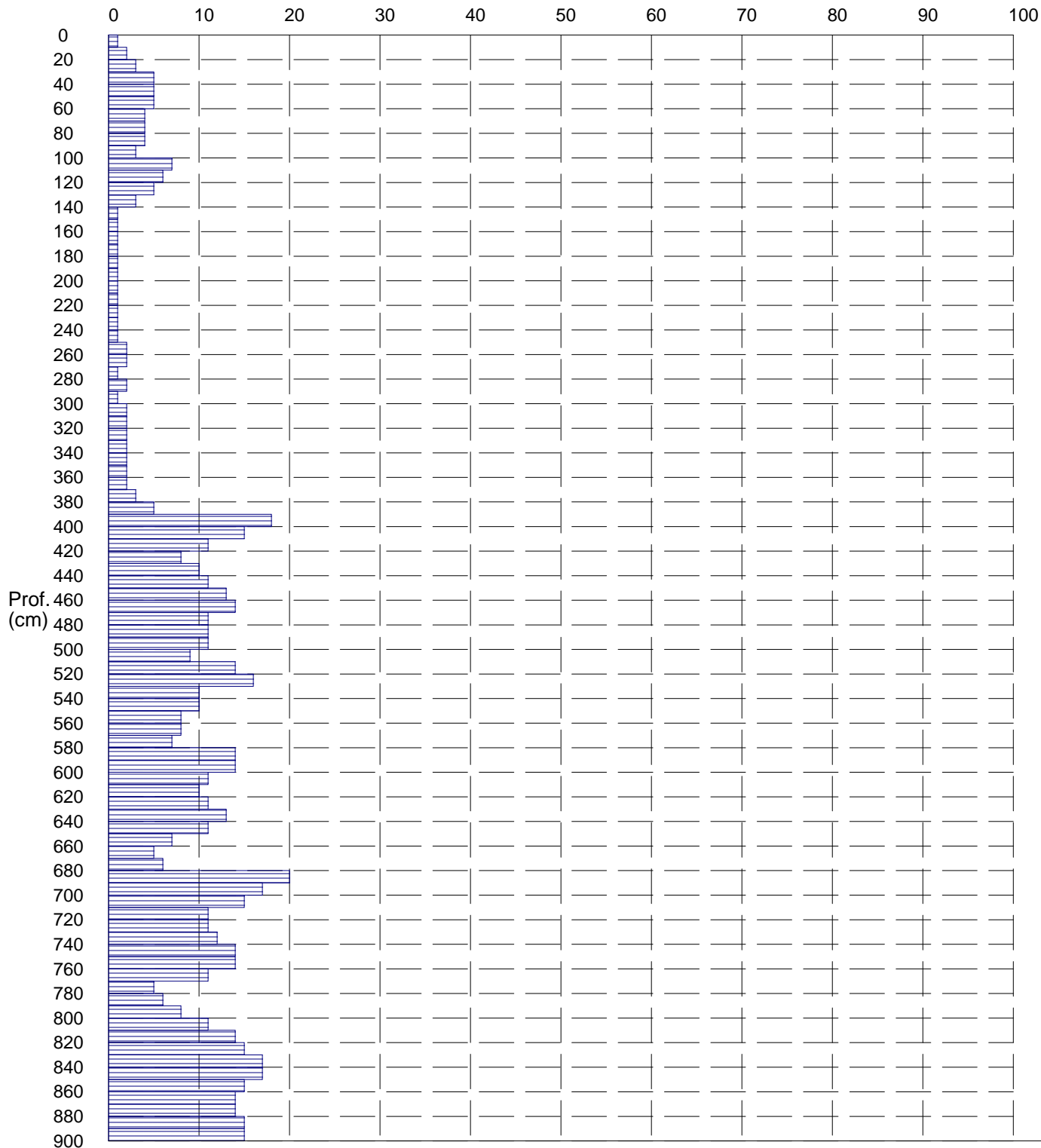
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 900 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



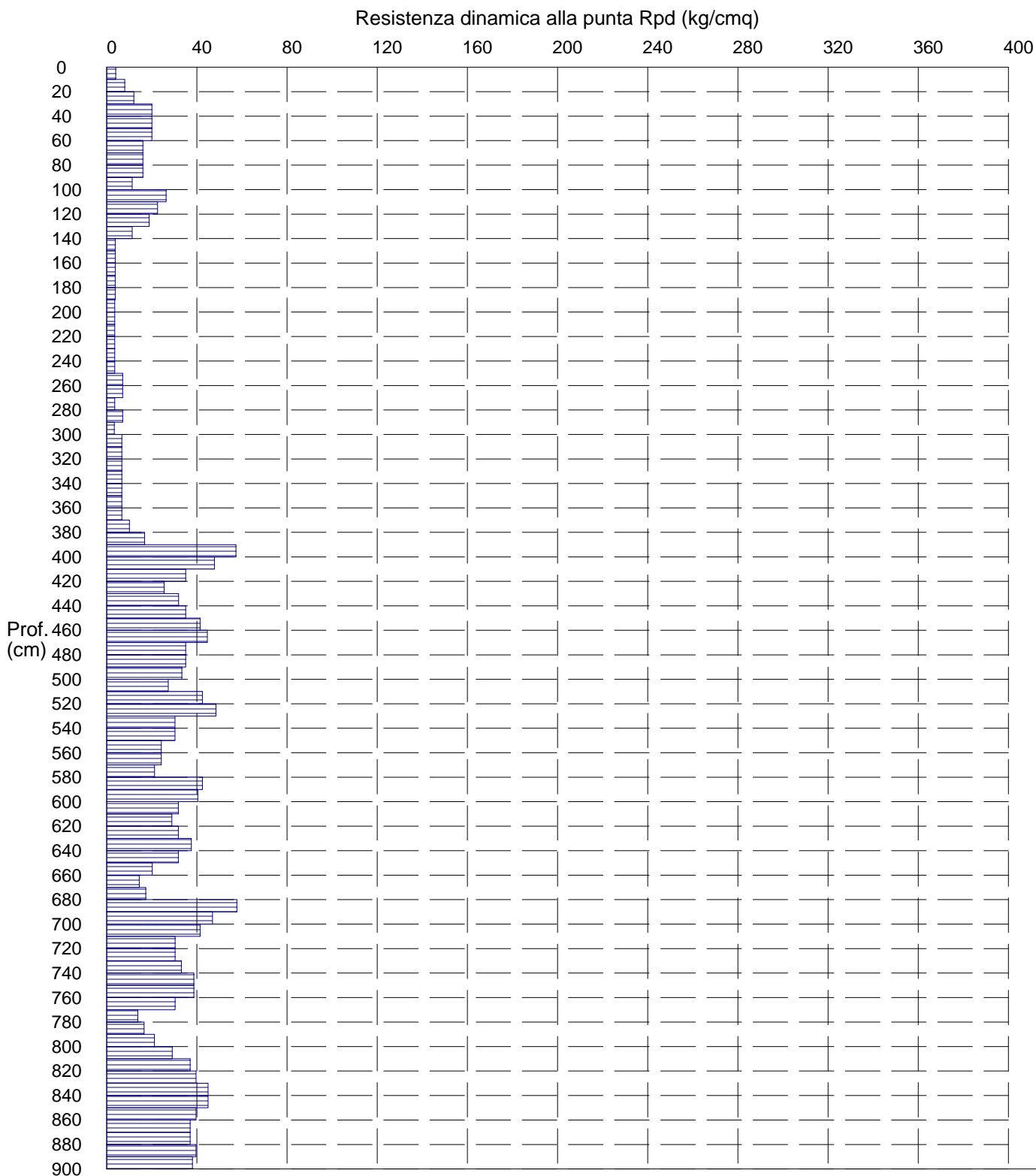
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 900 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 3

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule

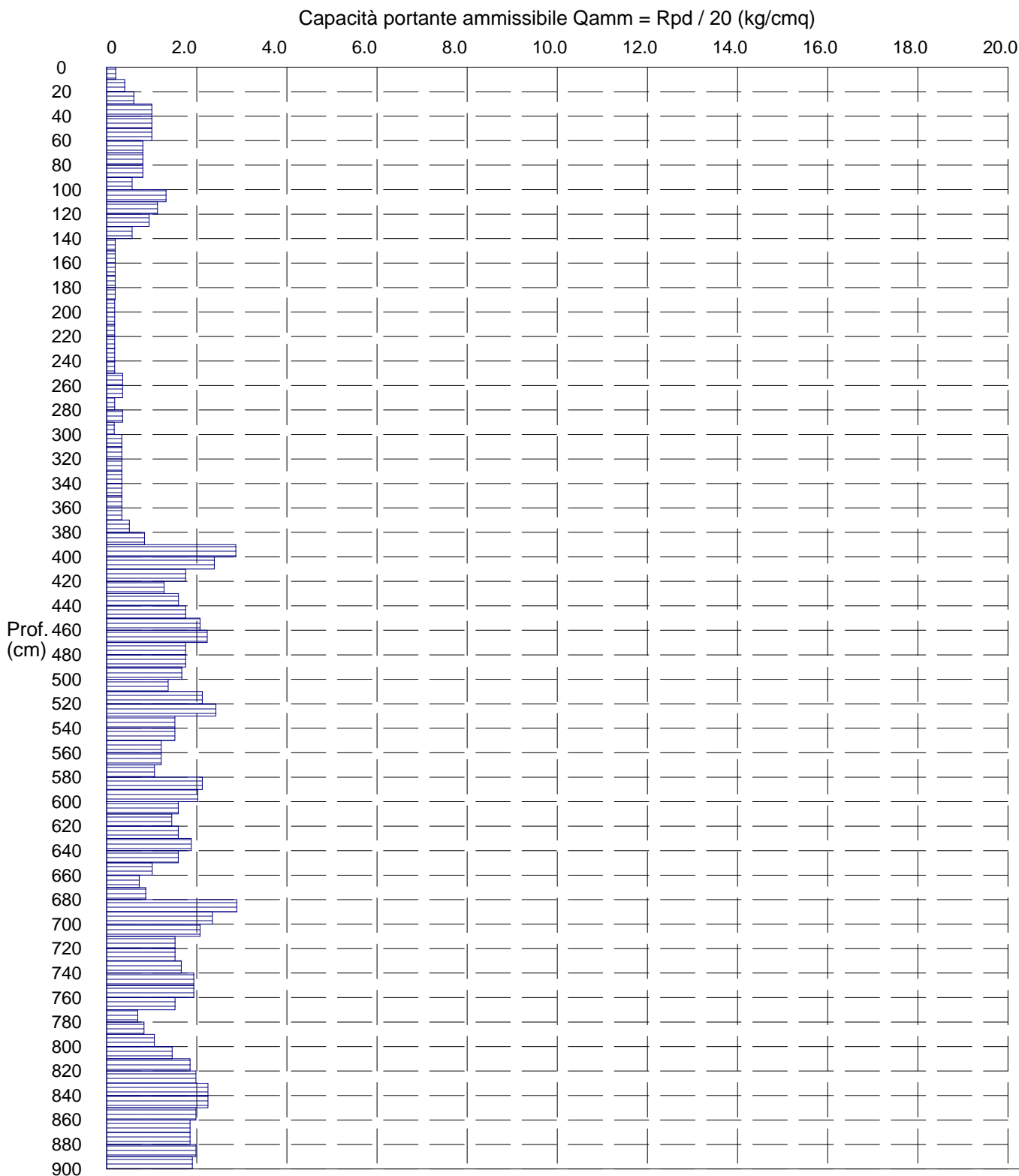
Data: 20-3-2014

Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale

Prof.tà prova: 900 cm

Località: Comune di Faule

Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 19-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 900 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste	Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste
da 0 a 10	2	8.0	1	da 350 a 360	3	10.1	4
da 10 a 20	2	8.0	1	da 360 a 370	3	10.1	4
da 20 a 30	5	20.0	1	da 370 a 380	3	10.1	4
da 30 a 40	5	20.0	1	da 380 a 390	4	13.4	4
da 40 a 50	5	20.0	1	da 390 a 400	4	12.7	5
da 50 a 60	5	20.0	1	da 400 a 410	4	12.7	5
da 60 a 70	3	12.0	1	da 410 a 420	4	12.7	5
da 70 a 80	3	12.0	1	da 420 a 430	5	15.9	5
da 80 a 90	3	12.0	1	da 430 a 440	5	15.9	5
da 90 a 100	3	11.3	2	da 440 a 450	6	19.1	5
da 100 a 110	3	11.3	2	da 450 a 460	14	44.6	5
da 110 a 120	4	15.1	2	da 460 a 470	17	54.2	5
da 120 a 130	2	7.5	2	da 470 a 480	15	47.8	5
da 130 a 140	2	7.5	2	da 480 a 490	13	41.4	5
da 140 a 150	3	11.3	2	da 490 a 500	11	33.3	6
da 150 a 160	3	11.3	2	da 500 a 510	12	36.4	6
da 160 a 170	2	7.5	2	da 510 a 520	14	42.4	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	15	45.5	6
da 180 a 190	1	3.8	2	da 530 a 540	17	51.5	6
da 190 a 200	1	3.6	3	da 540 a 550	12	36.4	6
da 200 a 210	1	3.6	3	da 550 a 560	12	36.4	6
da 210 a 220	1	3.6	3	da 560 a 570	10	30.3	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	12	36.4	6
da 230 a 240	1	3.6	3	da 580 a 590	19	57.6	6
da 240 a 250	2	7.1	3	da 590 a 600	20	57.8	7
da 250 a 260	2	7.1	3	da 600 a 610	18	52.0	7
da 260 a 270	1	3.6	3	da 610 a 620	20	57.8	7
da 270 a 280	1	3.6	3	da 620 a 630	17	49.1	7
da 280 a 290	2	7.1	3	da 630 a 640	17	49.1	7
da 290 a 300	2	6.7	4	da 640 a 650	15	43.3	7
da 300 a 310	2	6.7	4	da 650 a 660	23	66.5	7
da 310 a 320	5	16.8	4	da 660 a 670	24	69.3	7
da 320 a 330	3	10.1	4	da 670 a 680	30	86.7	7
da 330 a 340	2	6.7	4	da 680 a 690	21	60.7	7
da 340 a 350	2	6.7	4	da 690 a 700	23	63.5	8

---

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4**

### **Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

#### **GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	19-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	900 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>	<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>
da 700 a 710	17	46.9	8	da 800 a 810	17	44.9	9
da 710 a 720	13	35.9	8	da 810 a 820	15	39.6	9
da 720 a 730	13	35.9	8	da 820 a 830	15	39.6	9
da 730 a 740	15	41.4	8	da 830 a 840	17	44.9	9
da 740 a 750	15	41.4	8	da 840 a 850	20	52.9	9
da 750 a 760	20	55.2	8	da 850 a 860	20	52.9	9
da 760 a 770	19	52.5	8	da 860 a 870	18	47.6	9
da 770 a 780	17	46.9	8	da 870 a 880	17	44.9	9
da 780 a 790	16	44.2	8	da 880 a 890	18	47.6	9
da 790 a 800	15	39.6	9	da 890 a 900	15	38.0	10

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

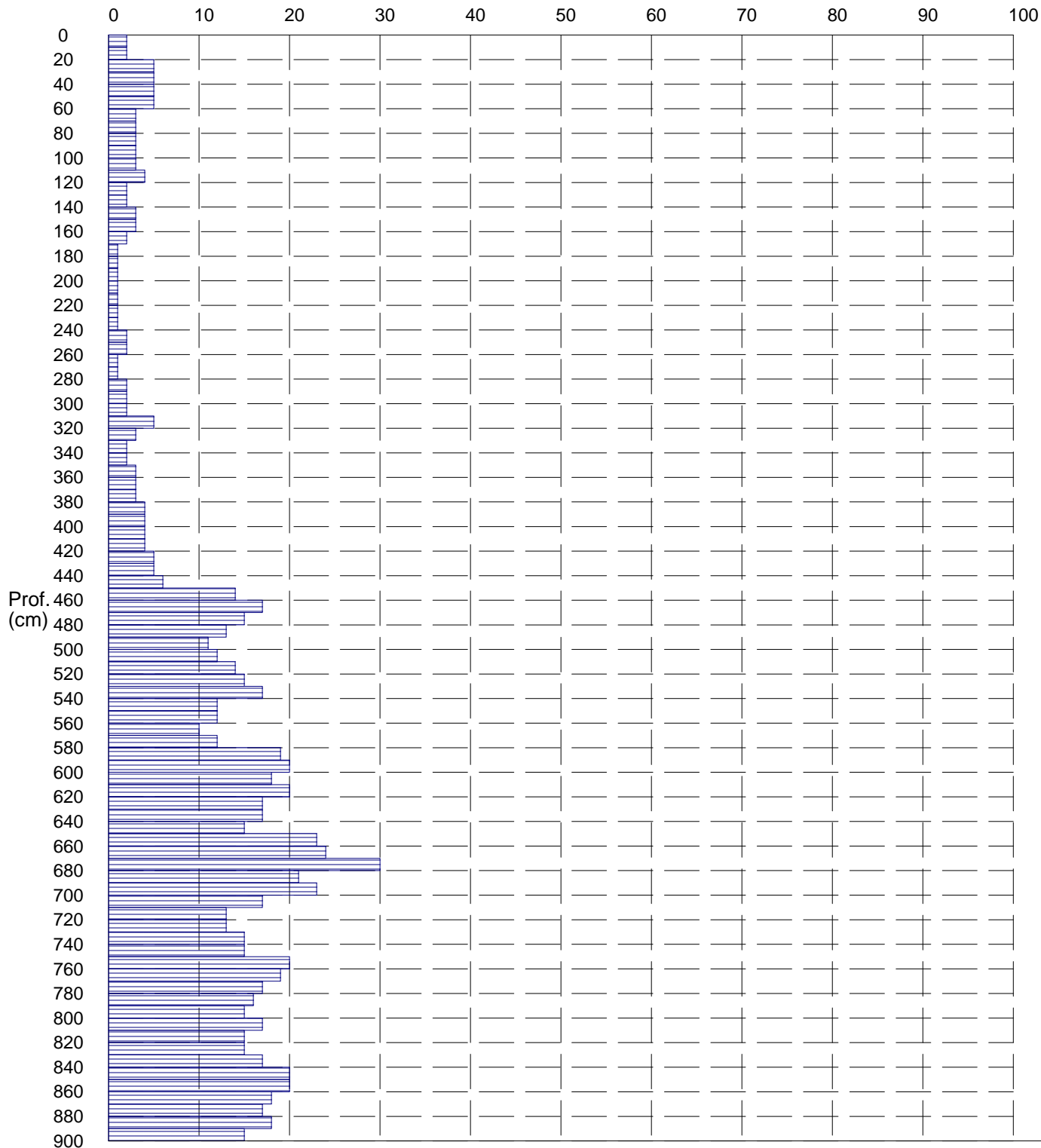
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 900 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)





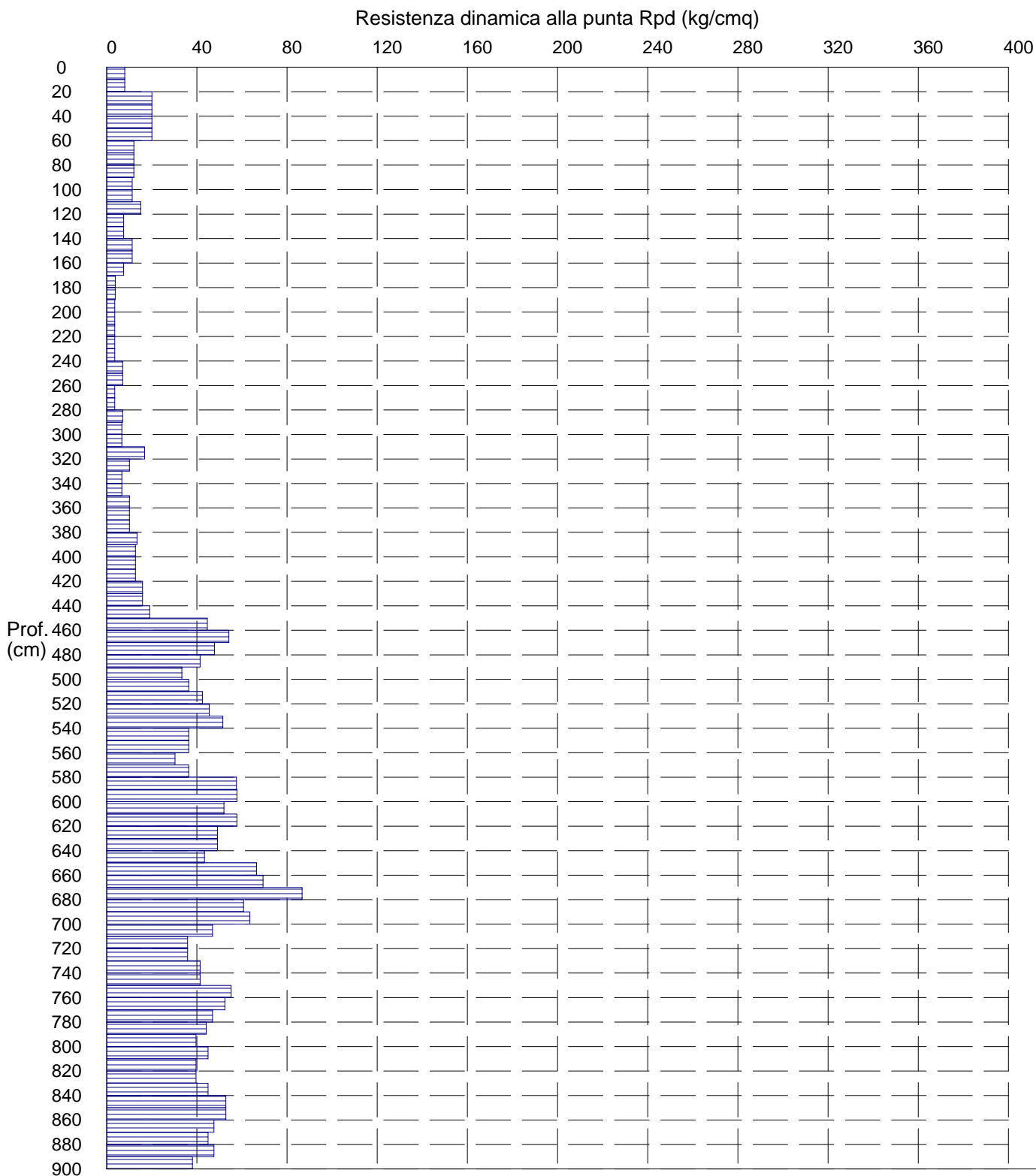
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 900 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



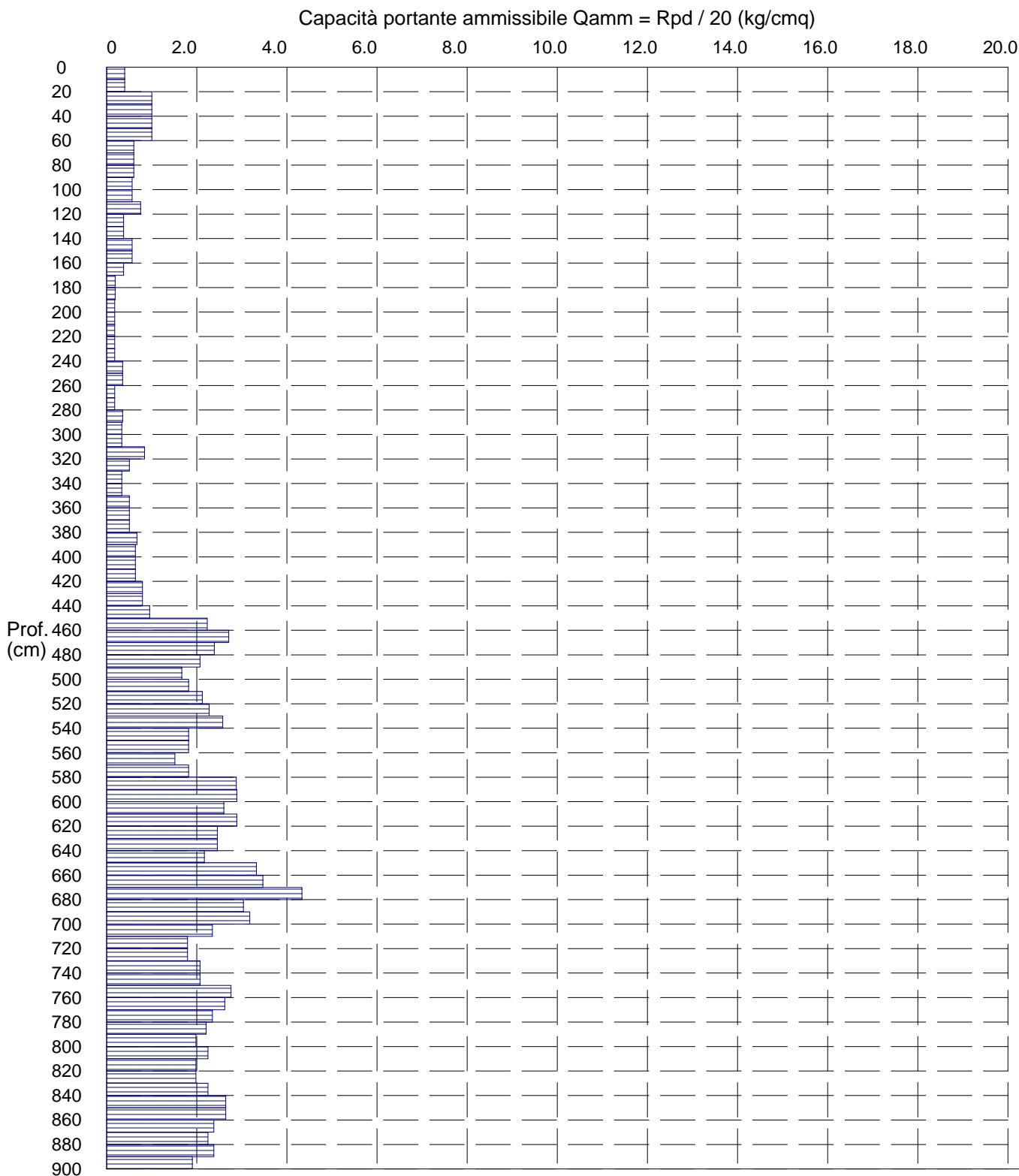
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 4

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 19-3-2014  
Prof.tà prova: 900 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 20-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 860 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	1	4.0	1	da 350 a 360	5	16.8	4
da 10 a 20	3	12.0	1	da 360 a 370	7	23.5	4
da 20 a 30	3	12.0	1	da 370 a 380	8	26.9	4
da 30 a 40	4	16.0	1	da 380 a 390	10	33.6	4
da 40 a 50	5	20.0	1	da 390 a 400	7	22.3	5
da 50 a 60	4	16.0	1	da 400 a 410	5	15.9	5
da 60 a 70	2	8.0	1	da 410 a 420	5	15.9	5
da 70 a 80	2	8.0	1	da 420 a 430	8	25.5	5
da 80 a 90	3	12.0	1	da 430 a 440	7	22.3	5
da 90 a 100	2	7.5	2	da 440 a 450	10	31.9	5
da 100 a 110	2	7.5	2	da 450 a 460	10	31.9	5
da 110 a 120	1	3.8	2	da 460 a 470	8	25.5	5
da 120 a 130	2	7.5	2	da 470 a 480	6	19.1	5
da 130 a 140	1	3.8	2	da 480 a 490	10	31.9	5
da 140 a 150	2	7.5	2	da 490 a 500	14	42.4	6
da 150 a 160	1	3.8	2	da 500 a 510	9	27.3	6
da 160 a 170	1	3.8	2	da 510 a 520	5	15.2	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	4	12.1	6
da 180 a 190	2	7.5	2	da 530 a 540	5	15.2	6
da 190 a 200	1	3.6	3	da 540 a 550	8	24.2	6
da 200 a 210	1	3.6	3	da 550 a 560	12	36.4	6
da 210 a 220	1	3.6	3	da 560 a 570	10	30.3	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	5	15.2	6
da 230 a 240	2	7.1	3	da 580 a 590	5	15.2	6
da 240 a 250	2	7.1	3	da 590 a 600	6	17.3	7
da 250 a 260	1	3.6	3	da 600 a 610	5	14.4	7
da 260 a 270	2	7.1	3	da 610 a 620	4	11.6	7
da 270 a 280	2	7.1	3	da 620 a 630	4	11.6	7
da 280 a 290	2	7.1	3	da 630 a 640	5	14.4	7
da 290 a 300	2	6.7	4	da 640 a 650	7	20.2	7
da 300 a 310	2	6.7	4	da 650 a 660	5	14.4	7
da 310 a 320	5	16.8	4	da 660 a 670	4	11.6	7
da 320 a 330	7	23.5	4	da 670 a 680	3	8.7	7
da 330 a 340	9	30.2	4	da 680 a 690	5	14.4	7
da 340 a 350	8	26.9	4	da 690 a 700	7	19.3	8

---

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5**

### **Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

#### **GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	20-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	860 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>	<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>
da 700 a 710	13	35.9	8	da 780 a 790	17	46.9	8
da 710 a 720	18	49.7	8	da 790 a 800	17	44.9	9
da 720 a 730	15	41.4	8	da 800 a 810	22	58.1	9
da 730 a 740	14	38.7	8	da 810 a 820	16	42.3	9
da 740 a 750	12	33.1	8	da 820 a 830	19	50.2	9
da 750 a 760	12	33.1	8	da 830 a 840	27	71.4	9
da 760 a 770	15	41.4	8	da 840 a 850	39	103.1	9
da 770 a 780	11	30.4	8	da 850 a 860	70	185.0	9

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

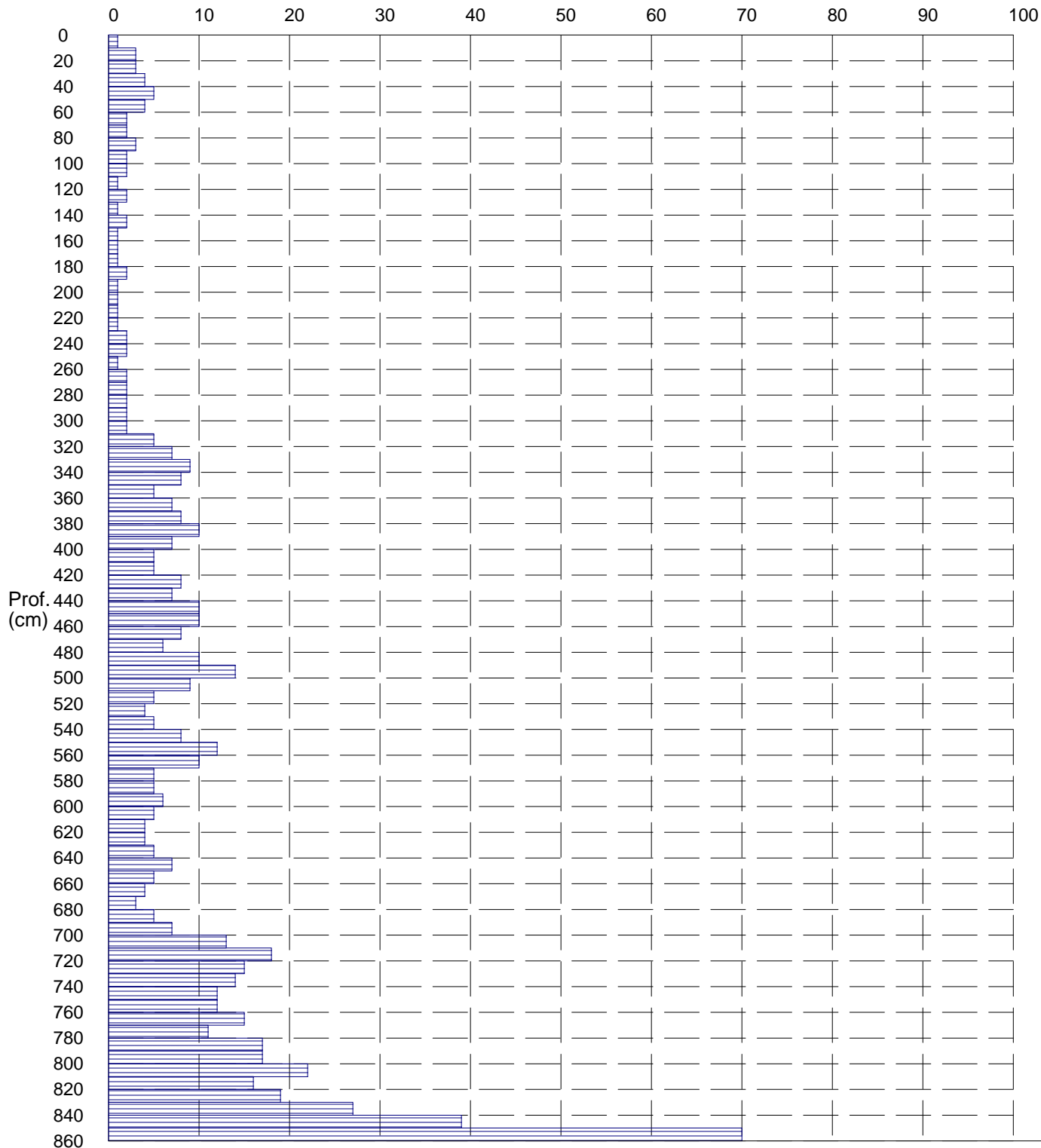
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 860 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



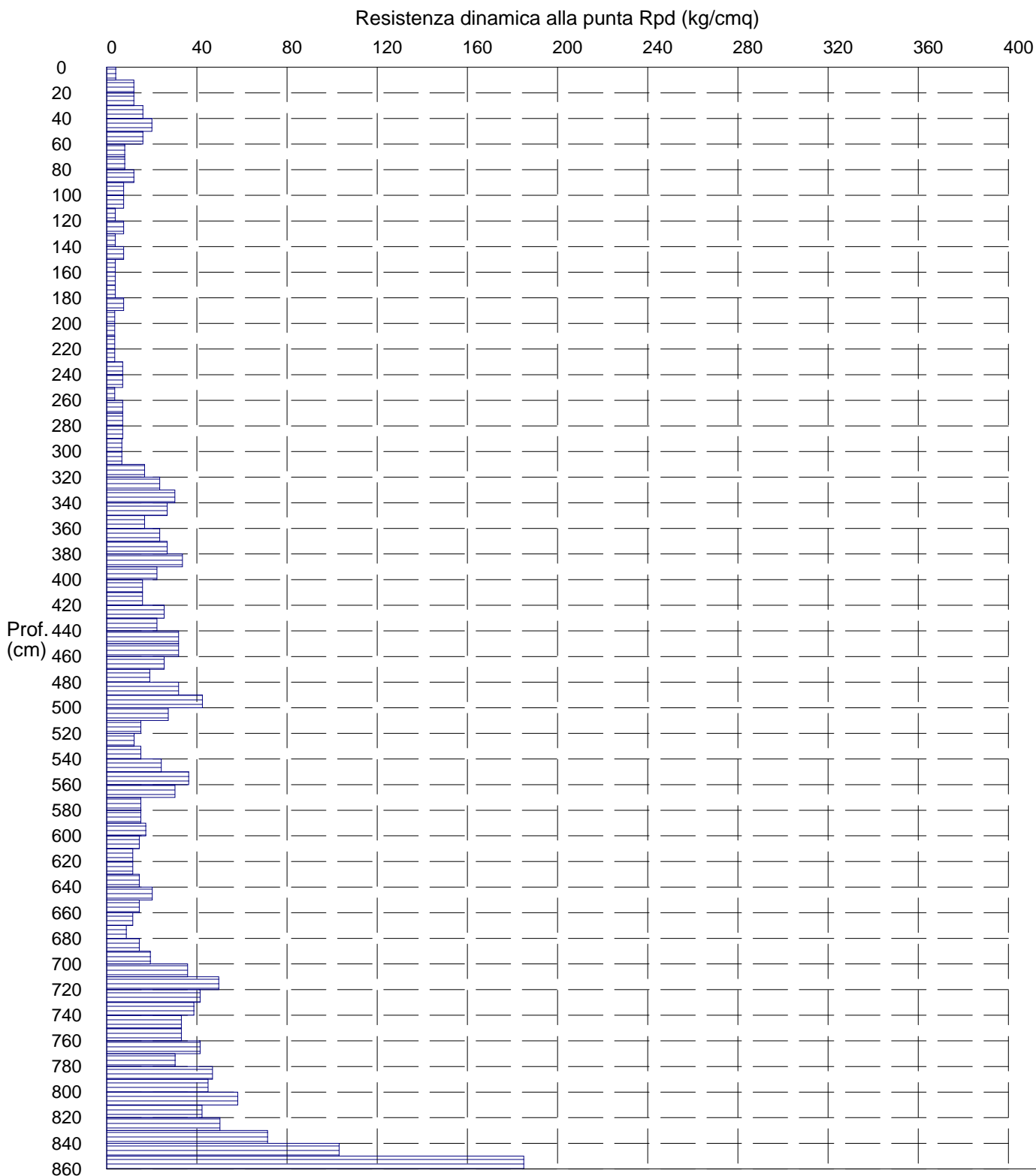
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 860 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata





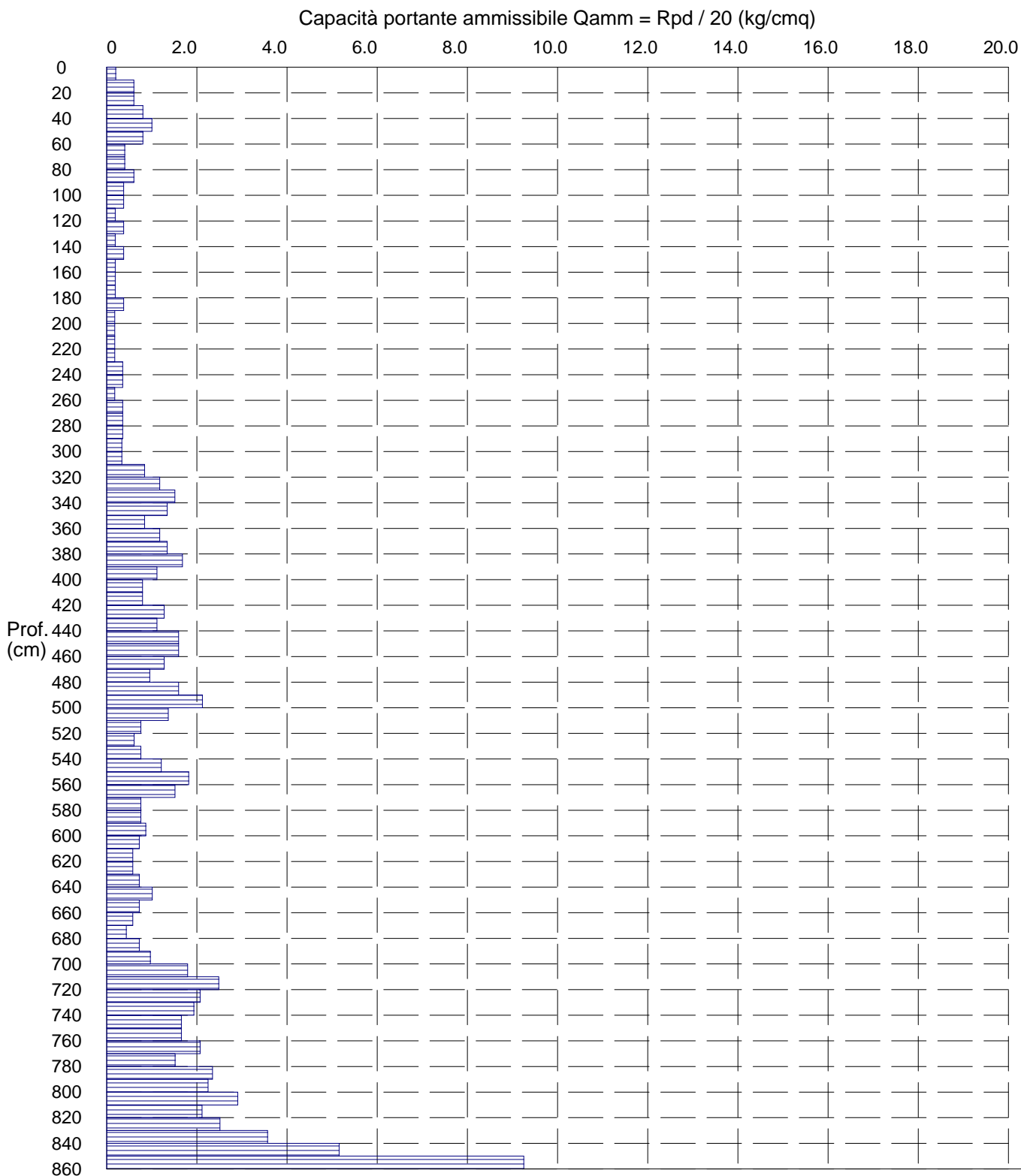
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 5

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 860 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 6

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 20-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 800 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste	Prof. (cm)	n° colpi (Ndp)	Rpd (kg/cmq)	n° aste
da 0 a 10	1	4.0	1	da 350 a 360	13	43.7	4
da 10 a 20	2	8.0	1	da 360 a 370	14	47.0	4
da 20 a 30	4	16.0	1	da 370 a 380	11	36.9	4
da 30 a 40	5	20.0	1	da 380 a 390	11	36.9	4
da 40 a 50	5	20.0	1	da 390 a 400	11	35.0	5
da 50 a 60	5	20.0	1	da 400 a 410	11	35.0	5
da 60 a 70	5	20.0	1	da 410 a 420	11	35.0	5
da 70 a 80	5	20.0	1	da 420 a 430	10	31.9	5
da 80 a 90	5	20.0	1	da 430 a 440	8	25.5	5
da 90 a 100	5	18.8	2	da 440 a 450	5	15.9	5
da 100 a 110	5	18.8	2	da 450 a 460	4	12.7	5
da 110 a 120	4	15.1	2	da 460 a 470	5	15.9	5
da 120 a 130	5	18.8	2	da 470 a 480	5	15.9	5
da 130 a 140	2	7.5	2	da 480 a 490	7	22.3	5
da 140 a 150	2	7.5	2	da 490 a 500	5	15.2	6
da 150 a 160	1	3.8	2	da 500 a 510	8	24.2	6
da 160 a 170	1	3.8	2	da 510 a 520	8	24.2	6
da 170 a 180	1	3.8	2	da 520 a 530	5	15.2	6
da 180 a 190	1	3.8	2	da 530 a 540	5	15.2	6
da 190 a 200	1	3.6	3	da 540 a 550	6	18.2	6
da 200 a 210	2	7.1	3	da 550 a 560	7	21.2	6
da 210 a 220	1	3.6	3	da 560 a 570	12	36.4	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	17	51.5	6
da 230 a 240	1	3.6	3	da 580 a 590	14	42.4	6
da 240 a 250	1	3.6	3	da 590 a 600	8	23.1	7
da 250 a 260	1	3.6	3	da 600 a 610	11	31.8	7
da 260 a 270	1	3.6	3	da 610 a 620	17	49.1	7
da 270 a 280	3	10.7	3	da 620 a 630	11	31.8	7
da 280 a 290	7	24.9	3	da 630 a 640	6	17.3	7
da 290 a 300	7	23.5	4	da 640 a 650	5	14.4	7
da 300 a 310	6	20.1	4	da 650 a 660	8	23.1	7
da 310 a 320	6	20.1	4	da 660 a 670	9	26.0	7
da 320 a 330	12	40.3	4	da 670 a 680	8	23.1	7
da 330 a 340	10	33.6	4	da 680 a 690	6	17.3	7
da 340 a 350	10	33.6	4	da 690 a 700	4	11.0	8

---

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 6**

### **Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

#### **GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	20-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	800 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>	<i><b>Prof. (cm)</b></i>	<i><b>n° colpi (Ndp)</b></i>	<i><b>Rpd (kg/cmq)</b></i>	<i><b>n° aste</b></i>
da 700 a 710	3	8.3	8	da 750 a 760	14	38.7	8
da 710 a 720	5	13.8	8	da 760 a 770	14	38.7	8
da 720 a 730	6	16.6	8	da 770 a 780	13	35.9	8
da 730 a 740	8	22.1	8	da 780 a 790	19	52.5	8
da 740 a 750	10	27.6	8	da 790 a 800	23	60.8	9

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 6

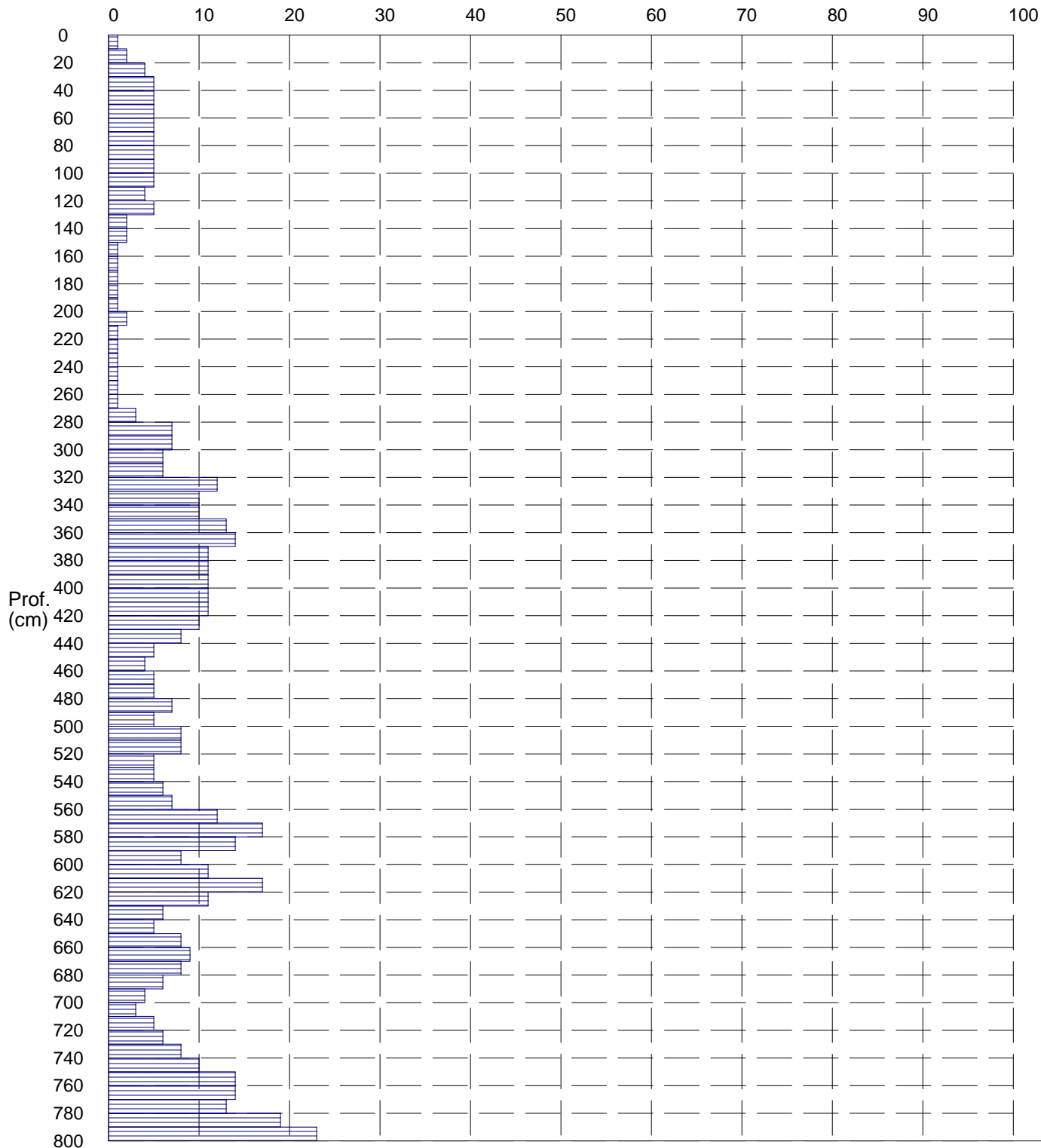
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 800 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



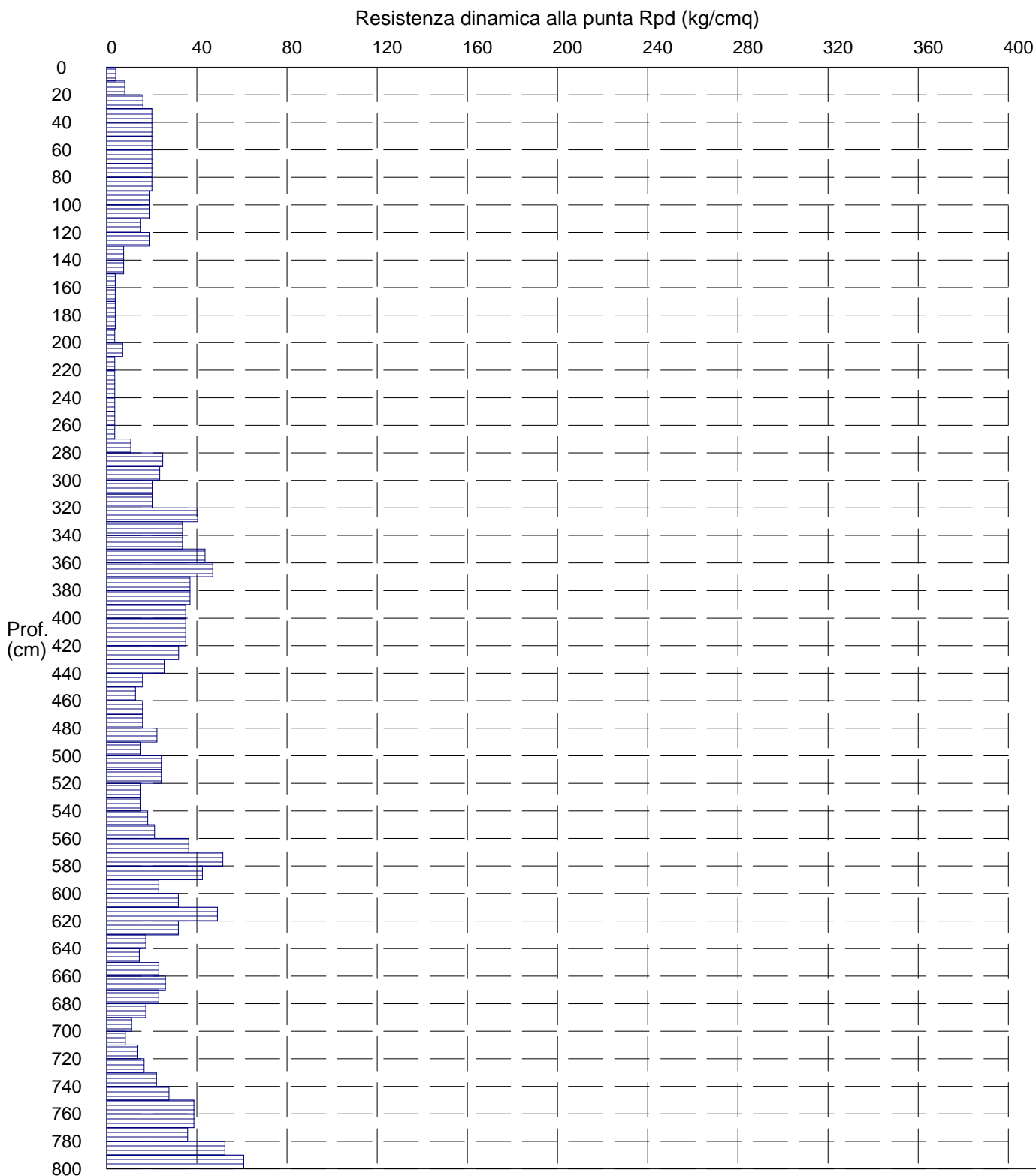
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 6

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 800 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



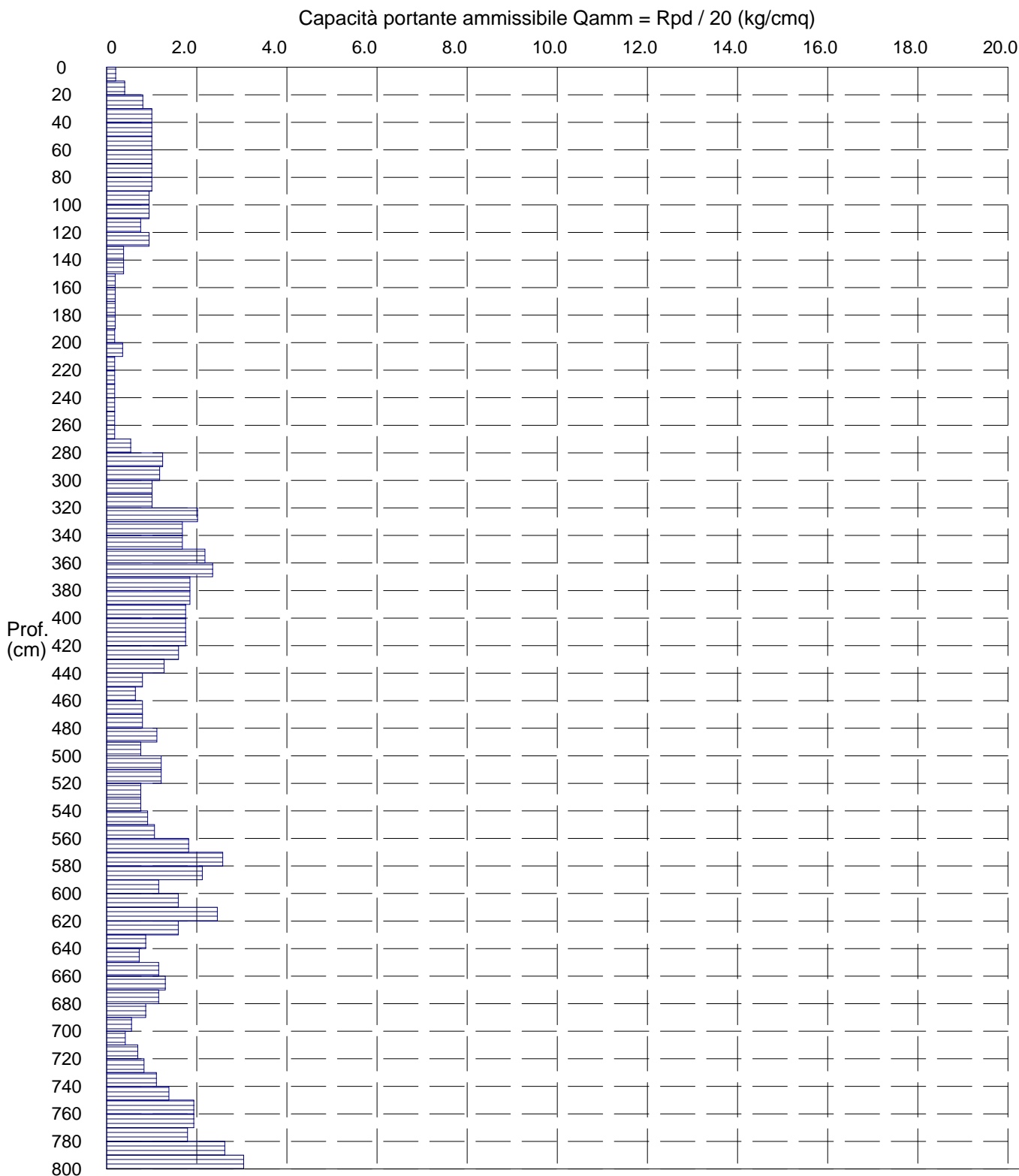
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 6

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 800 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 7

## Tabella valori di resistenza

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule Data: 20-3-2014  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale Prof.tà prova: 710 cm  
Località: Comune di Faule Prof.tà falda: Falda non rilevata

<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	2	8.0	1	da 350 a 360	14	47.0	4
da 10 a 20	6	24.1	1	da 360 a 370	11	36.9	4
da 20 a 30	5	20.0	1	da 370 a 380	11	36.9	4
da 30 a 40	5	20.0	1	da 380 a 390	10	33.6	4
da 40 a 50	5	20.0	1	da 390 a 400	8	25.5	5
da 50 a 60	3	12.0	1	da 400 a 410	5	15.9	5
da 60 a 70	3	12.0	1	da 410 a 420	5	15.9	5
da 70 a 80	5	20.0	1	da 420 a 430	5	15.9	5
da 80 a 90	6	24.1	1	da 430 a 440	5	15.9	5
da 90 a 100	4	15.1	2	da 440 a 450	5	15.9	5
da 100 a 110	4	15.1	2	da 450 a 460	3	9.6	5
da 110 a 120	3	11.3	2	da 460 a 470	3	9.6	5
da 120 a 130	2	7.5	2	da 470 a 480	3	9.6	5
da 130 a 140	1	3.8	2	da 480 a 490	6	19.1	5
da 140 a 150	1	3.8	2	da 490 a 500	4	12.1	6
da 150 a 160	1	3.8	2	da 500 a 510	3	9.1	6
da 160 a 170	2	7.5	2	da 510 a 520	4	12.1	6
da 170 a 180	2	7.5	2	da 520 a 530	5	15.2	6
da 180 a 190	2	7.5	2	da 530 a 540	3	9.1	6
da 190 a 200	2	7.1	3	da 540 a 550	10	30.3	6
da 200 a 210	2	7.1	3	da 550 a 560	8	24.2	6
da 210 a 220	2	7.1	3	da 560 a 570	5	15.2	6
da 220 a 230	1	3.6	3	da 570 a 580	2	6.1	6
da 230 a 240	2	7.1	3	da 580 a 590	2	6.1	6
da 240 a 250	2	7.1	3	da 590 a 600	3	8.7	7
da 250 a 260	5	17.8	3	da 600 a 610	11	31.8	7
da 260 a 270	5	17.8	3	da 610 a 620	19	54.9	7
da 270 a 280	5	17.8	3	da 620 a 630	12	34.7	7
da 280 a 290	5	17.8	3	da 630 a 640	23	66.5	7
da 290 a 300	9	30.2	4	da 640 a 650	23	66.5	7
da 300 a 310	11	36.9	4	da 650 a 660	17	49.1	7
da 310 a 320	15	50.4	4	da 660 a 670	21	60.7	7
da 320 a 330	14	47.0	4	da 670 a 680	13	37.6	7
da 330 a 340	12	40.3	4	da 680 a 690	26	75.1	7
da 340 a 350	14	47.0	4	da 690 a 700	28	77.3	8



---

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 7**  
**Tabella valori di resistenza (pagina 2)**

---

**GENERALITA'**

---

Committente:	Comuni di Polonghera e Faule	Data:	20-3-2014
Cantiere:	Nuova Scuola Elementare Intercomunale	Prof.tà prova:	710 cm
Località:	Comune di Faule	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

<b>Prof. (cm)</b>	<b>n° colpi (Ndp)</b>	<b>Rpd (kg/cmq)</b>	<b>n° aste</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>n° colpi (Ndp)</b>	<b>Rpd (kg/cmq)</b>	<b>n° aste</b>
				da 700 a 710	70	193.3	8

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 7

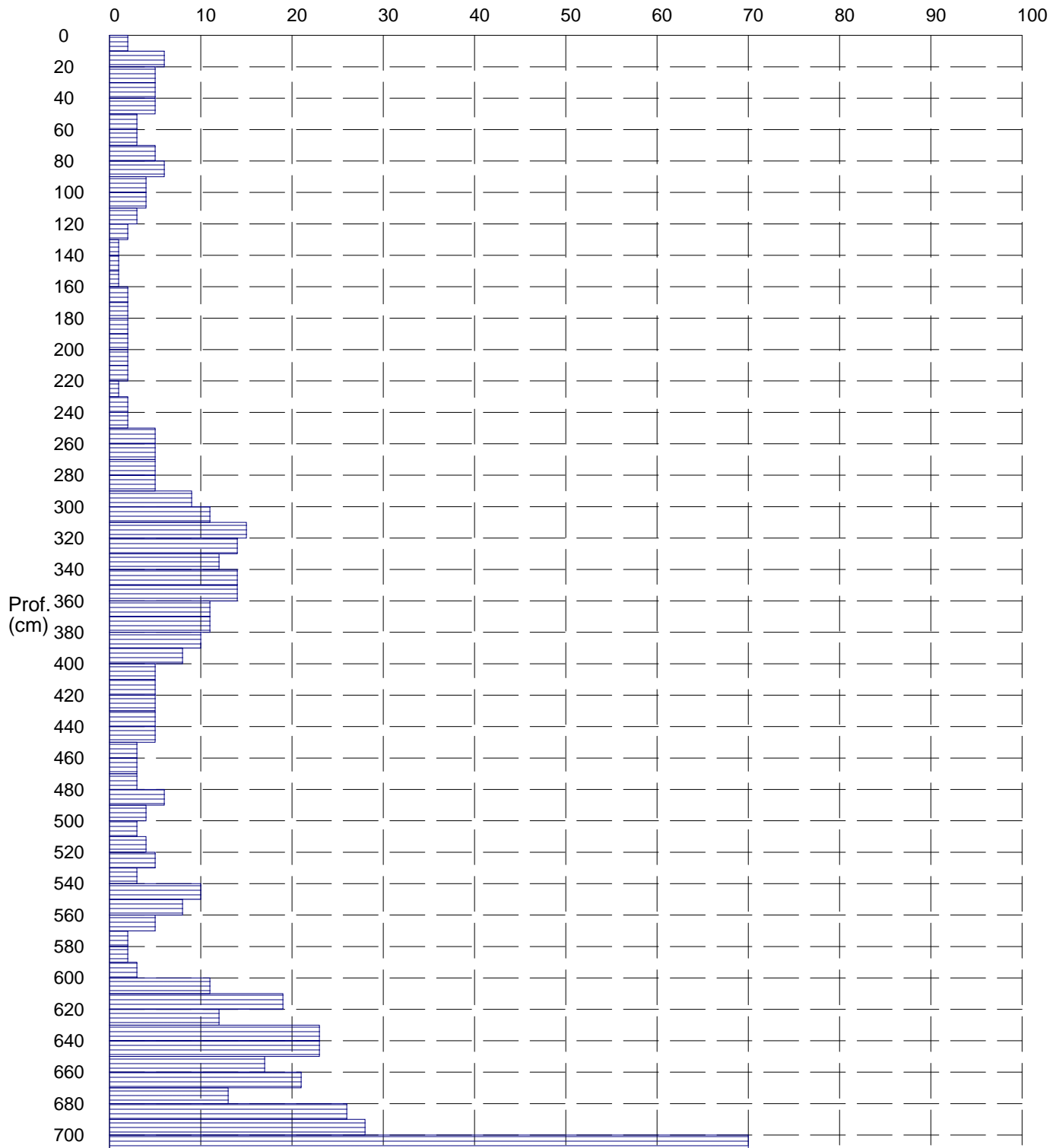
## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 710 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata

numero colpi maglio per tratto di infissione (Ndp)



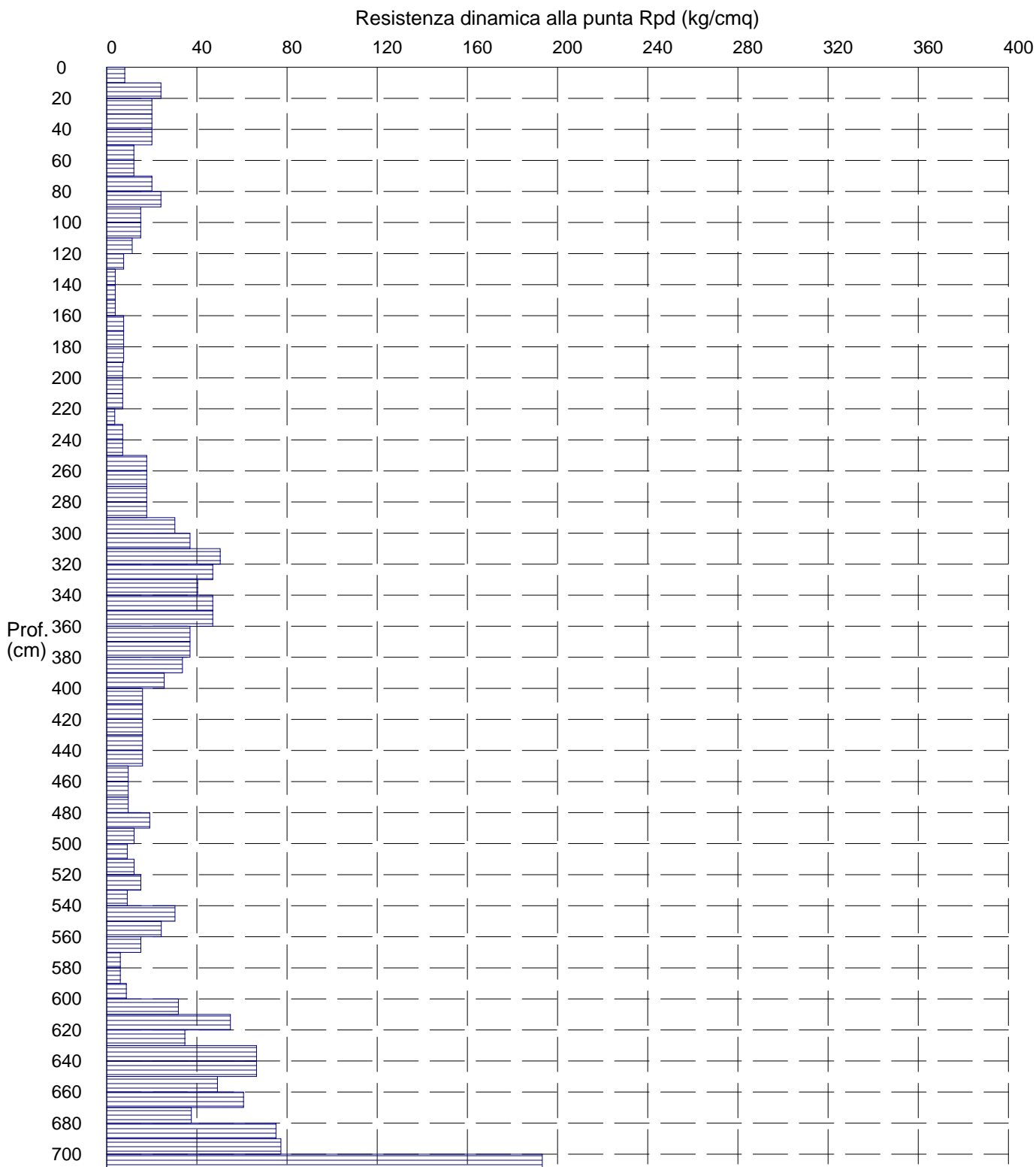
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 7

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 710 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



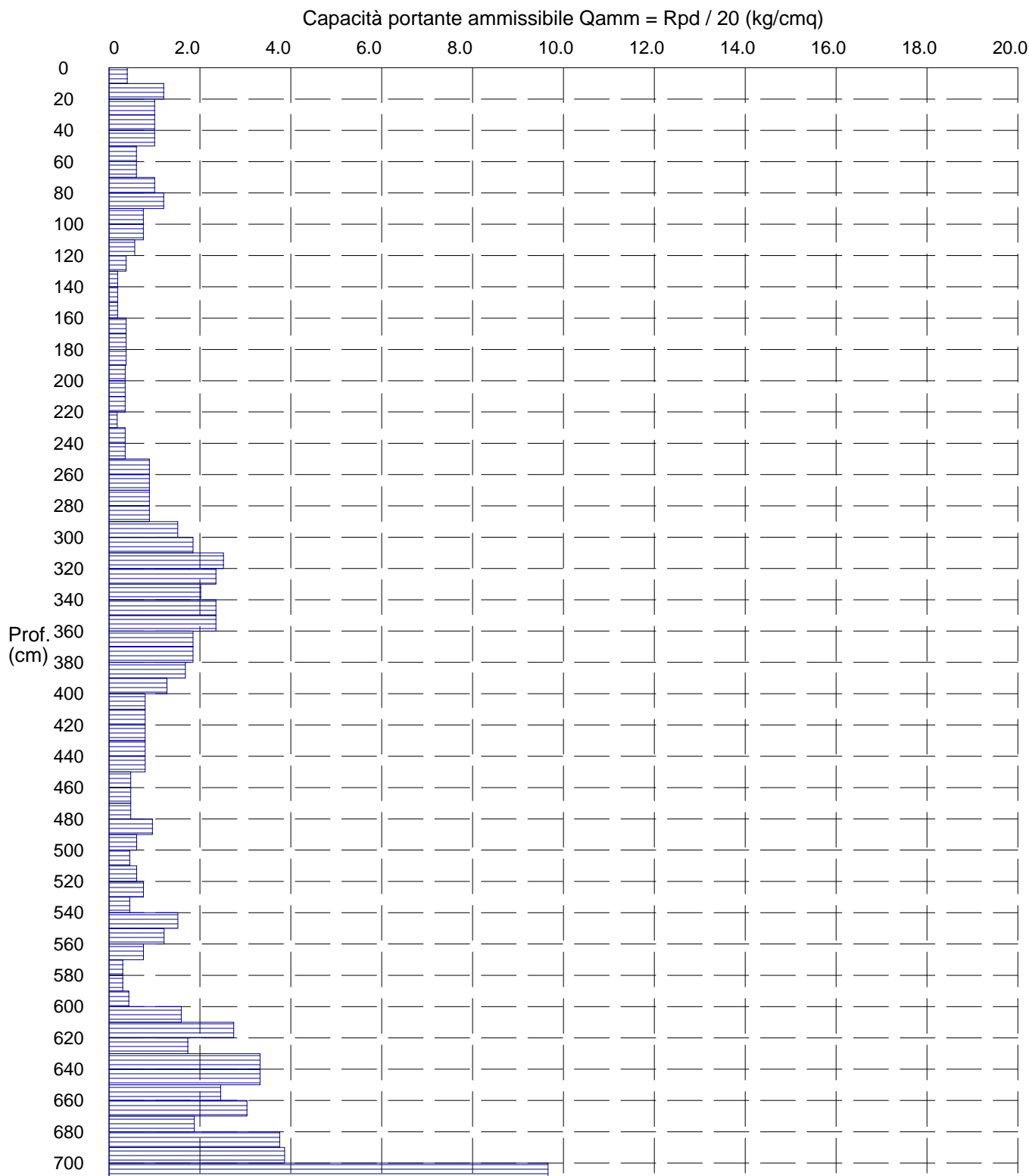
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 7

## Grafico Qamm - Profondità

### GENERALITA'

Committente: Comuni di Polonghera e Faule  
Cantiere: Nuova Scuola Elementare Intercomunale  
Località: Comune di Faule

Data: 20-3-2014  
Prof.tà prova: 710 cm  
Prof.tà falda: Falda non rilevata



## **ALLEGATO FOTOGRAFICO**

**Prova penetrometrica n. 1**



**Prova penetrometrica n. 2**





**Prova penetrometrica n. 3**



**Prova penetrometrica n. 4**

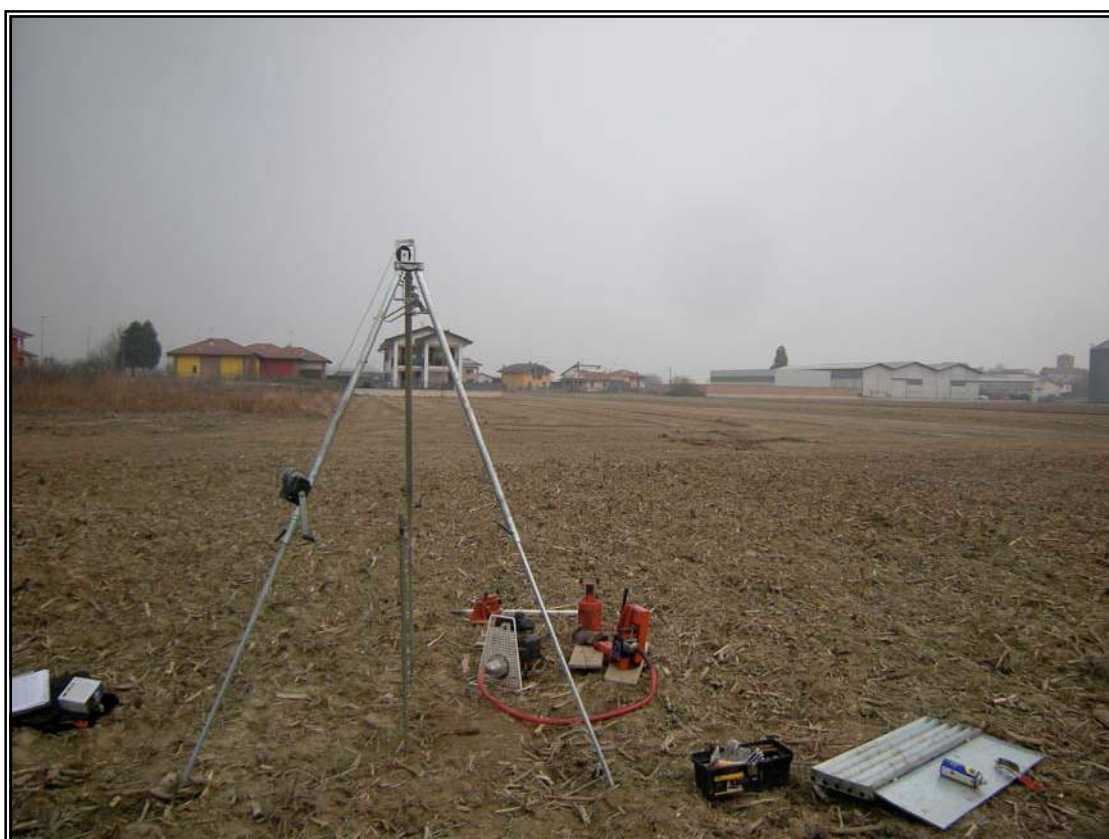




**Prova penetrometrica n. 5**



**Prova penetrometrica n. 6**



**Prova penetrometrica n. 7**

