



# COMUNE DI CASALBORGONE

*Provincia di Torino*

## INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA/CONSOLIDAMENTO PONTE STRADA COMUNALE SANTA MARIA

### Indagine geognostica

*DM 14/1/2008 NTC*

Il Geologo:

**Dr. Geol. SASSONE Paolo**

*n.279 Ordine Geologi del Piemonte*



Giugno 2014



## **INDICE**

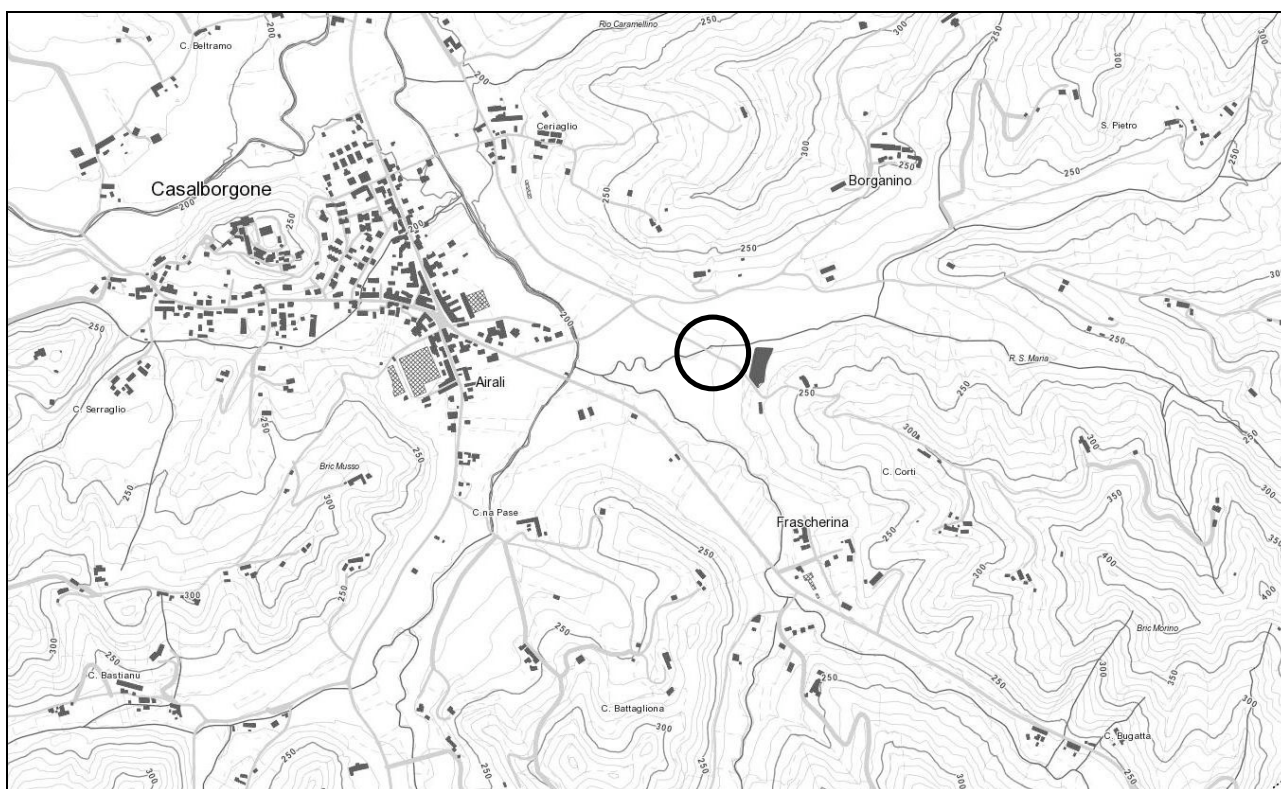
|                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 - PREMESSA.....</b>                                                                                                                | <b>3</b>  |
| <b>2 - INDAGINE GEOGNOSTICA.....</b>                                                                                                    | <b>3</b>  |
| 2.1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE .....                                                                                                       | 4         |
| 2.1.1 - <i>Calcolo della Resistenza Dinamica</i> .....                                                                                  | 4         |
| 2.2 - ELEMENTI DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE .....                                                                                    | 11        |
| 2.2.1 - <i>Stratigrafia, caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni e delle rocce (valori nominali disaggregati)</i> ..... | 11        |
| 2.3 - INDICAZIONI PER LA VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI.....                                                              | 14        |
| <b>3 - CONCLUSIONI.....</b>                                                                                                             | <b>15</b> |
| <b>ALLEGATI.....</b>                                                                                                                    | <b>15</b> |



## 1 - PREMESSA

La presente relazione di indagine geognostica costituisce parte integrante del progetto di consolidamento e manutenzione straordinaria del ponte della strada comunale Santa Maria di Casalborgone che unisce il concentrico al cimitero ed ad alcune abitazioni private e che attraversa il Rio di Santa Maria omonimo. L'incarico per l'esecuzione di indagini penetrometriche è stato affidato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Casalborgone.

Il ponte si trova attualmente in uno stato di lesionamento per ovviare al quale provvisoriamente è stata posizionata una piastra metallica.



*Inquadramento dell'area di indagine geognostica.*

## 2 - INDAGINE GEOGNOSTICA

L'asta del Rio di Santa Maria e le aree contigue al corso d'acqua sono classificate in Classe IIIa1 di PRG e rientrano in una classificazione di pericolosità area di tipo Eb.

Il Rio risulta essere inserito nell'Elenco Acque Pubbliche.

Le due prove eseguite sono state ubicate in corrispondenza della sponda sinistra e destra del rio, entrambe sul lato di valle della strada.

È emerso, a seguito della presente indagine, che il substrato terziario si ubichi a circa -9m dal piano strada e sia ricoperto da una coltre di orizzonti e livelli detritici/colluviali di materiali pluvio colluviali dalle caratteristiche geologiche e geotecniche eterogenee soprattutto lateralmente; infatti il quadro emerso dall'indagine sulla sponda destra e quella della sponda



sinistra è moderatamente differente: sulla sponda destra sembrerebbero infatti prevalere depositi detritici più grossolani intervallati da livelli decimetrici decisamente fini, mentre sulla sponda sinistra sembrerebbero prevalere depositi più fini ma più omogenei.

La falda si imposta a -3.5m dal piano strada a profondità compatibile e condizionata dalla quota di scorrimento dell'acqua nel Rio. Si noti che tale quota riscontrata all'atto delle prove potrebbe in realtà attestarsi alla quota del rio stesso.

## **2.1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Le due prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro dinamico leggero (maglio 30 kg) tipo Pagani modello DPM 030, avente le seguenti caratteristiche standard:

|                             |           |                                                                                                        |
|-----------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PESO MASSA BATTENTE         | M         | = 30 kg                                                                                                |
| ALTEZZA CADUTA LIBERA       | H         | = 0,20 m                                                                                               |
| PESO SISTEMA DI BATTUTA     | Ms        | = 13,60 Kg                                                                                             |
| DIAMETRO PUNTA CONICA       | D         | = 35,70 mm                                                                                             |
| AREA BASE PUNTA CONICA      | A         | = 10,00 cm <sup>2</sup>                                                                                |
| ANGOLO APERTURA PUNTA       | $\alpha$  | = 60°                                                                                                  |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE        | La        | = 1,00 m                                                                                               |
| PESO ASTE PER METRO         | Ma        | = 2,40 Kg                                                                                              |
| PROF. GIUNZIONE 1° ASTA     | P1        | = 0,90 m                                                                                               |
| AVANZAMENTO PUNTA           | $\delta$  | = 0,10 m                                                                                               |
| NUMERO DI COLPI PUNTA       | N         | = N10                                                                                                  |
| ENERGIA SPECIFICA PER COLPI | Q         | = (MH)/(A $\delta$ ) = 6,00 kg/cm <sup>2</sup> (prova SPT: Q <sub>SPT</sub> = 7,83kg/cm <sup>2</sup> ) |
| COEFF. TEORICO DI ENERGIA   | $\beta_t$ | = Q/Q <sub>SPT</sub> = 0,766 (teor: N <sub>SPT</sub> = $\beta_t$ N)                                    |

Determinando il numero di colpi necessari ad infiggere la punta conica nel terreno ogni 10 cm (N), si sono misurati i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati a comportamento omogeneo ed a uguale capacità di carico.

### **2.1.1 - Calcolo della Resistenza Dinamica**

I parametri geotecnici vengono stimati e ricavati a partire dai diagrammi penetrometrici.

Nel valutare i parametri, si è utilizzata la elaborazione effettuata mediante metodo basato sulla relazione sperimentale proposta dalla scuola olandese attraverso il calcolo della resistenza dinamica (Rd) del terreno all'avanzamento della punta, che fornisce risultanze cautelative.

La relazione impiegata è la seguente:

$$R_d = \frac{M^2 + h}{A \cdot h \cdot (M + m)} \cdot N$$



dove:

M = Peso della massa battente

H = Altezza di caduta della massa

A = superficie punta conica

h = affondamento costante delle aste

m = numero delle aste alle varie quote di misura per peso unitario delle singole aste di lunghezza nota

N = numero di colpi registrati per ogni tratto costante.

Il valore di  $R_d$  viene poi modificato mediante l'introduzione del coefficiente  $C_{hi}$  caratteristico dello strumento utilizzato, che tiene in considerazione il numero delle aste infisse:

$$R_{d \text{ corretto}} = R_d \cdot C_{hi}$$

### **Stima della Capacità Portante Nominale Del Terreno secondo la teoria delle tensioni ammissibili**

Per completezza ed in accordo con le possibilità date dalle NTC2008 DM 14/01/2008 si evidenzia che qualora l'intervento ricada in Zona 4 dal punto di vista della classificazione sismica, è facoltà del progettista utilizzare le elaborazioni fondate sulla teoria delle tensioni ammissibili, salvo opere di particolare importanza.

Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici.

Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle presenti norme tecniche.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità  $S$ , quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

Il valore della capacità ammissibile  $q_{amm}$ , alle varie quote potenzialmente interessate dall'appoggio delle fondazioni, con coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene attraverso il rapporto (cfr. Herminier):

$$q_{amm} = \frac{R_{d \text{ corretto}}}{15 \div 20}$$



I valori misurati di resistenza dinamica e quelli stimati di  $q_{amm}$  alle diverse profondità per le diverse prove sono riportati nelle tabelle allegate.

In particolare si espongono i risultati di portata ammissibile del terreno per  $q_{amm}=R_d/20$ , alle varie quote di indagine, ottenuti considerando il numero dei colpi emerso a seguito delle prove (la  $q_{amm}$  viene espressa in  $kg/cm^2$ ).

Si allegano a seguire i diagrammi delle prove e i risultati interpretati grazie ai quali è stato possibile definire la modellizzazione.



|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Peso del maglio (M)            | 30 kg  |
| Altezza di caduta costante (h) | 20 cm  |
| sezione della punta conica (A) | 10 cmq |
| peso unitario delle aste (P)   | 2.4 kg |

|          |                        |
|----------|------------------------|
| Cantiere | PONTE S.C. SANTA MARIA |
| Località | CASALBORGONE           |

05/06/2014

| PROVA PENETROMETRICA P1 |    |                          |      |                                                     |            |     |                          |       |                                                     |
|-------------------------|----|--------------------------|------|-----------------------------------------------------|------------|-----|--------------------------|-------|-----------------------------------------------------|
| Profondità (m)          | N  | N <sub>SPT</sub><br>NORM | Rd   | Q <sub>amm</sub> nominale*<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Profondità | N   | N <sub>SPT</sub><br>NORM | Rd    | Q <sub>amm</sub> nominale*<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0.1                     | 3  | 2                        | 10.7 | 0.5                                                 | 5.1        | 10  | 5                        | 23.2  | 1.2                                                 |
| 0.2                     | 3  | 2                        | 10.7 | 0.5                                                 | 5.2        | 10  | 5                        | 23.2  | 1.2                                                 |
| 0.3                     | 8  | 6                        | 28.5 | 1.4                                                 | 5.3        | 10  | 5                        | 23.2  | 1.2                                                 |
| 0.4                     | 7  | 5                        | 25.0 | 1.2                                                 | 5.4        | 7   | 4                        | 16.3  | 0.8                                                 |
| 0.5                     | 4  | 3                        | 14.3 | 0.7                                                 | 5.5        | 4   | 2                        | 9.3   | 0.5                                                 |
| 0.6                     | 2  | 2                        | 7.1  | 0.4                                                 | 5.6        | 2   | 1                        | 4.6   | 0.2                                                 |
| 0.7                     | 3  | 2                        | 10.7 | 0.5                                                 | 5.7        | 1   | 1                        | 2.3   | 0.1                                                 |
| 0.8                     | 3  | 2                        | 10.7 | 0.5                                                 | 5.8        | 1   | 1                        | 2.3   | 0.1                                                 |
| 0.9                     | 10 | 8                        | 35.7 | 1.8                                                 | 5.9        | 1   | 1                        | 2.3   | 0.1                                                 |
| 1.0                     | 4  | 3                        | 12.9 | 0.6                                                 | 6.0        | 3   | 1                        | 6.5   | 0.3                                                 |
| 1.1                     | 3  | 2                        | 9.7  | 0.5                                                 | 6.1        | 3   | 1                        | 6.5   | 0.3                                                 |
| 1.2                     | 4  | 3                        | 12.9 | 0.6                                                 | 6.2        | 4   | 2                        | 8.7   | 0.4                                                 |
| 1.3                     | 3  | 2                        | 9.7  | 0.5                                                 | 6.3        | 5   | 2                        | 10.9  | 0.5                                                 |
| 1.4                     | 4  | 3                        | 12.9 | 0.6                                                 | 6.4        | 6   | 3                        | 13.0  | 0.7                                                 |
| 1.5                     | 11 | 8                        | 35.4 | 1.8                                                 | 6.5        | 6   | 3                        | 13.0  | 0.7                                                 |
| 1.6                     | 14 | 10                       | 45.1 | 2.3                                                 | 6.6        | 8   | 4                        | 17.4  | 0.9                                                 |
| 1.7                     | 7  | 5                        | 22.6 | 1.1                                                 | 6.7        | 9   | 4                        | 19.6  | 1.0                                                 |
| 1.8                     | 6  | 4                        | 19.3 | 1.0                                                 | 6.8        | 10  | 5                        | 21.7  | 1.1                                                 |
| 1.9                     | 10 | 7                        | 32.2 | 1.6                                                 | 6.9        | 7   | 3                        | 15.2  | 0.8                                                 |
| 2.0                     | 12 | 8                        | 35.2 | 1.8                                                 | 7.0        | 8   | 4                        | 16.3  | 0.8                                                 |
| 2.1                     | 16 | 10                       | 47.0 | 2.3                                                 | 7.1        | 8   | 4                        | 16.3  | 0.8                                                 |
| 2.2                     | 8  | 5                        | 23.5 | 1.2                                                 | 7.2        | 8   | 4                        | 16.3  | 0.8                                                 |
| 2.3                     | 7  | 4                        | 20.6 | 1.0                                                 | 7.3        | 11  | 5                        | 22.4  | 1.1                                                 |
| 2.4                     | 10 | 6                        | 29.4 | 1.5                                                 | 7.4        | 12  | 5                        | 24.5  | 1.2                                                 |
| 2.5                     | 7  | 4                        | 20.6 | 1.0                                                 | 7.5        | 10  | 5                        | 20.4  | 1.0                                                 |
| 2.6                     | 4  | 3                        | 11.7 | 0.6                                                 | 7.6        | 11  | 5                        | 22.4  | 1.1                                                 |
| 2.7                     | 3  | 2                        | 8.8  | 0.4                                                 | 7.7        | 11  | 5                        | 22.4  | 1.1                                                 |
| 2.8                     | 3  | 2                        | 8.8  | 0.4                                                 | 7.8        | 11  | 5                        | 22.4  | 1.1                                                 |
| 2.9                     | 3  | 2                        | 8.8  | 0.4                                                 | 7.9        | 10  | 5                        | 20.4  | 1.0                                                 |
| 3.0                     | 7  | 4                        | 18.9 | 0.9                                                 | 8.0        | 8   | 3                        | 15.4  | 0.8                                                 |
| 3.1                     | 11 | 6                        | 29.7 | 1.5                                                 | 8.1        | 8   | 3                        | 15.4  | 0.8                                                 |
| 3.2                     | 10 | 6                        | 27.0 | 1.4                                                 | 8.2        | 11  | 5                        | 21.1  | 1.1                                                 |
| 3.3                     | 7  | 4                        | 18.9 | 0.9                                                 | 8.3        | 13  | 6                        | 25.0  | 1.2                                                 |
| 3.4                     | 12 | 7                        | 32.4 | 1.6                                                 | 8.4        | 12  | 5                        | 23.1  | 1.2                                                 |
| 3.5                     | 9  | 5                        | 24.3 | 1.2                                                 | 8.5        | 13  | 6                        | 25.0  | 1.2                                                 |
| 3.6                     | 8  | 5                        | 21.6 | 1.1                                                 | 8.6        | 12  | 5                        | 23.1  | 1.2                                                 |
| 3.7                     | 5  | 3                        | 13.5 | 0.7                                                 | 8.7        | 15  | 6                        | 28.8  | 1.4                                                 |
| 3.8                     | 4  | 2                        | 10.8 | 0.5                                                 | 8.8        | 15  | 6                        | 28.8  | 1.4                                                 |
| 3.9                     | 8  | 5                        | 21.6 | 1.1                                                 | 8.9        | 13  | 6                        | 25.0  | 1.2                                                 |
| 4.0                     | 12 | 7                        | 30.0 | 1.5                                                 | 9.0        | 48  | 19                       | 87.2  | 4.4                                                 |
| 4.1                     | 9  | 5                        | 22.5 | 1.1                                                 | 9.1        | 100 | 40                       | 181.7 | 9.1                                                 |
| 4.2                     | 4  | 2                        | 10.0 | 0.5                                                 | 9.2        | R   |                          |       |                                                     |
| 4.3                     | 5  | 3                        | 12.5 | 0.6                                                 | 9.3        |     |                          |       |                                                     |
| 4.4                     | 10 | 5                        | 25.0 | 1.2                                                 | 9.4        |     |                          |       |                                                     |
| 4.5                     | 9  | 5                        | 22.5 | 1.1                                                 | 9.5        |     |                          |       |                                                     |
| 4.6                     | 14 | 8                        | 35.0 | 1.7                                                 | 9.6        |     |                          |       |                                                     |
| 4.7                     | 13 | 7                        | 32.5 | 1.6                                                 | 9.7        |     |                          |       |                                                     |
| 4.8                     | 14 | 8                        | 35.0 | 1.7                                                 | 9.8        |     |                          |       |                                                     |
| 4.9                     | 13 | 7                        | 32.5 | 1.6                                                 | 9.9        |     |                          |       |                                                     |
| 5.0                     | 11 | 6                        | 25.6 | 1.3                                                 | 10.0       |     |                          |       |                                                     |

\*ai sensi NTC2008 DM14/01/2008, cap. 2.7, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili.

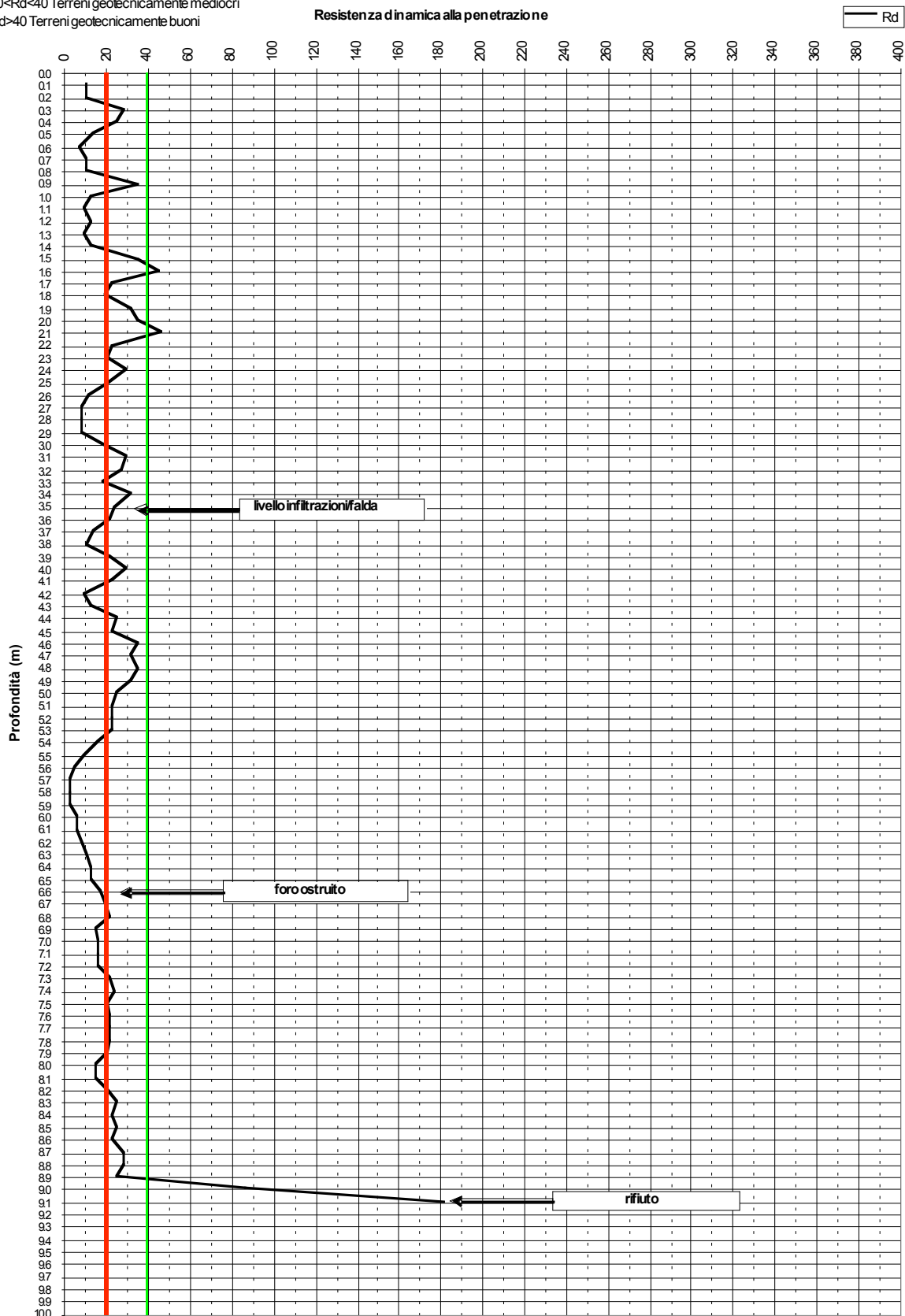


**studiosassone**  
www.studiosassone.it  
engineering geology  
strada boccardo, 2 - 10020 casalborgone (TO) tel. +39.011.917.46.14



0<Rd<20 Terreni geotecnicamente scadenti  
20<Rd<40 Terreni geotecnicamente mediocri  
Rd>40 Terreni geotecnicamente buoni

**PROVA PENETROMETRICA P1**  
Resistenza dinamica alla penetrazione





|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Peso del maglio (M)            | 30 kg  |
| Altezza di caduta costante (h) | 20 cm  |
| sezione della punta conica (A) | 10 cmq |
| peso unitario delle aste (P)   | 2.4 kg |

|          |                        |
|----------|------------------------|
| Cantiere | PONTE S.C. SANTA MARIA |
| Località | CASALBORGONE           |

05/06/2014

| PROVA PENETROMETRICA P2 |    |                          |       |                                                     |            |     |                          |       |                                                     |
|-------------------------|----|--------------------------|-------|-----------------------------------------------------|------------|-----|--------------------------|-------|-----------------------------------------------------|
| Profondità (m)          | N  | N <sub>SPT</sub><br>NORM | Rd    | Q <sub>amm</sub> nominale*<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Profondità | N   | N <sub>SPT</sub><br>NORM | Rd    | Q <sub>amm</sub> nominale*<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0.1                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.1        | 4   | 2                        | 9.3   | 0.5                                                 |
| 0.2                     | 4  | 3                        | 14.3  | 0.7                                                 | 5.2        | 24  | 12                       | 55.8  | 2.8                                                 |
| 0.3                     | 14 | 11                       | 49.9  | 2.5                                                 | 5.3        | 48  | 25                       | 111.5 | 5.6                                                 |
| 0.4                     | 9  | 7                        | 32.1  | 1.6                                                 | 5.4        | 24  | 12                       | 55.8  | 2.8                                                 |
| 0.5                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.5        | 104 | 53                       | 241.6 | 12.1                                                |
| 0.6                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.6        | 25  | 13                       | 58.1  | 2.9                                                 |
| 0.7                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.7        | 28  | 14                       | 65.0  | 3.3                                                 |
| 0.8                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.8        | 33  | 17                       | 76.7  | 3.8                                                 |
| 0.9                     | 1  | 1                        | 3.6   | 0.2                                                 | 5.9        | 37  | 19                       | 86.0  | 4.3                                                 |
| 1.0                     | 2  | 1                        | 6.4   | 0.3                                                 | 6.0        | 19  | 9                        | 41.3  | 2.1                                                 |
| 1.1                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.1        | 7   | 3                        | 15.2  | 0.8                                                 |
| 1.2                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.2        | 5   | 2                        | 10.9  | 0.5                                                 |
| 1.3                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.3        | 29  | 14                       | 63.0  | 3.2                                                 |
| 1.4                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.4        | 37  | 18                       | 80.4  | 4.0                                                 |
| 1.5                     | 60 | 42                       | 193.3 | 9.7                                                 | 6.5        | 32  | 15                       | 69.5  | 3.5                                                 |
| 1.6                     | 10 | 7                        | 32.2  | 1.6                                                 | 6.6        | 19  | 9                        | 41.3  | 2.1                                                 |
| 1.7                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.7        | 18  | 9                        | 39.1  | 2.0                                                 |
| 1.8                     | 3  | 2                        | 9.7   | 0.5                                                 | 6.8        | 16  | 8                        | 34.8  | 1.7                                                 |
| 1.9                     | 4  | 3                        | 12.9  | 0.6                                                 | 6.9        | 6   | 3                        | 13.0  | 0.7                                                 |
| 2.0                     | 2  | 1                        | 5.9   | 0.3                                                 | 7.0        | 5   | 2                        | 10.2  | 0.5                                                 |
| 2.1                     | 5  | 3                        | 14.7  | 0.7                                                 | 7.1        | 15  | 7                        | 30.6  | 1.5                                                 |
| 2.2                     | 4  | 3                        | 11.7  | 0.6                                                 | 7.2        | 8   | 4                        | 16.3  | 0.8                                                 |
| 2.3                     | 5  | 3                        | 14.7  | 0.7                                                 | 7.3        | 12  | 5                        | 24.5  | 1.2                                                 |
| 2.4                     | 7  | 4                        | 20.6  | 1.0                                                 | 7.4        | 9   | 4                        | 18.3  | 0.9                                                 |
| 2.5                     | 9  | 6                        | 26.4  | 1.3                                                 | 7.5        | 11  | 5                        | 22.4  | 1.1                                                 |
| 2.6                     | 4  | 3                        | 11.7  | 0.6                                                 | 7.6        | 12  | 5                        | 24.5  | 1.2                                                 |
| 2.7                     | 5  | 3                        | 14.7  | 0.7                                                 | 7.7        | 14  | 6                        | 28.5  | 1.4                                                 |
| 2.8                     | 31 | 20                       | 91.1  | 4.6                                                 | 7.8        | 13  | 6                        | 26.5  | 1.3                                                 |
| 2.9                     | 17 | 11                       | 49.9  | 2.5                                                 | 7.9        | 14  | 6                        | 28.5  | 1.4                                                 |
| 3.0                     | 12 | 7                        | 32.4  | 1.6                                                 | 8.0        | 13  | 6                        | 25.0  | 1.2                                                 |
| 3.1                     | 11 | 6                        | 29.7  | 1.5                                                 | 8.1        | 13  | 6                        | 25.0  | 1.2                                                 |
| 3.2                     | 13 | 8                        | 35.1  | 1.8                                                 | 8.2        | 17  | 7                        | 32.7  | 1.6                                                 |
| 3.3                     | 16 | 9                        | 43.2  | 2.2                                                 | 8.3        | 18  | 8                        | 34.6  | 1.7                                                 |
| 3.4                     | 13 | 8                        | 35.1  | 1.8                                                 | 8.4        | 24  | 10                       | 46.1  | 2.3                                                 |
| 3.5                     | 40 | 24                       | 108.0 | 5.4                                                 | 8.5        | 35  | 15                       | 67.3  | 3.4                                                 |
| 3.6                     | 32 | 19                       | 86.4  | 4.3                                                 | 8.6        | 77  | 33                       | 148.0 | 7.4                                                 |
| 3.7                     | 20 | 12                       | 54.0  | 2.7                                                 | 8.7        | 34  | 14                       | 65.4  | 3.3                                                 |
| 3.8                     | 18 | 11                       | 48.6  | 2.4                                                 | 8.8        | 22  | 9                        | 42.3  | 2.1                                                 |
| 3.9                     | 16 | 9                        | 43.2  | 2.2                                                 | 8.9        | 37  | 16                       | 71.1  | 3.6                                                 |
| 4.0                     | 14 | 8                        | 35.0  | 1.7                                                 | 9.0        | 31  | 12                       | 56.3  | 2.8                                                 |
| 4.1                     | 14 | 8                        | 35.0  | 1.7                                                 | 9.1        | 69  | 28                       | 125.4 | 6.3                                                 |
| 4.2                     | 18 | 10                       | 45.0  | 2.2                                                 | 9.2        | 100 | 40                       | 181.7 | 9.1                                                 |
| 4.3                     | 39 | 21                       | 97.4  | 4.9                                                 | 9.3        | R   |                          |       |                                                     |
| 4.4                     | 52 | 28                       | 129.9 | 6.5                                                 | 9.4        |     |                          |       |                                                     |
| 4.5                     | 15 | 8                        | 37.5  | 1.9                                                 | 9.5        |     |                          |       |                                                     |
| 4.6                     | 15 | 8                        | 37.5  | 1.9                                                 | 9.6        |     |                          |       |                                                     |
| 4.7                     | 31 | 17                       | 77.5  | 3.9                                                 | 9.7        |     |                          |       |                                                     |
| 4.8                     | 18 | 10                       | 45.0  | 2.2                                                 | 9.8        |     |                          |       |                                                     |
| 4.9                     | 10 | 5                        | 25.0  | 1.2                                                 | 9.9        |     |                          |       |                                                     |
| 5.0                     | 3  | 2                        | 7.0   | 0.3                                                 | 10.0       |     |                          |       |                                                     |

\*ai sensi NTC2008 DM14/01/2008, cap. 2.7, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili.



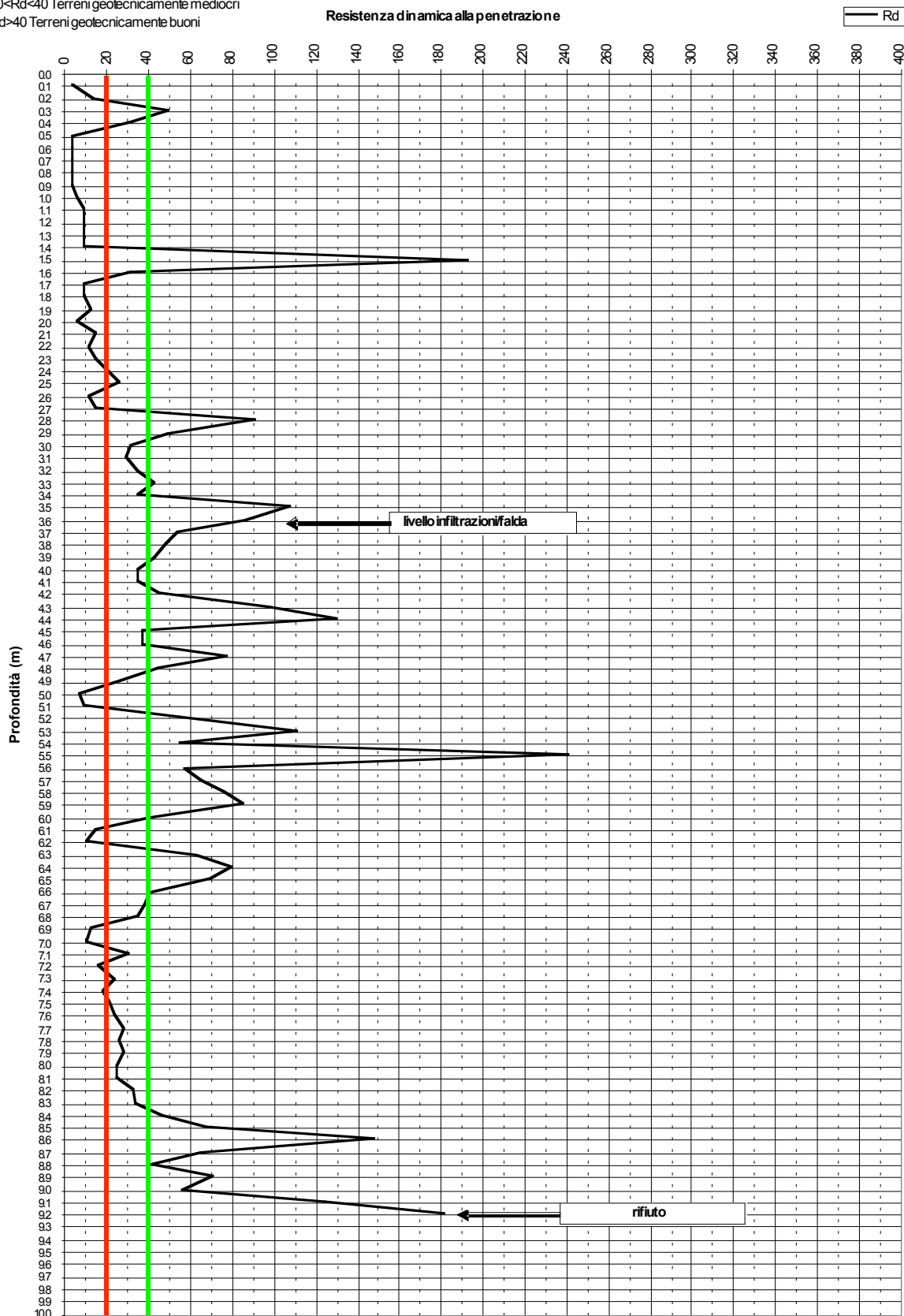
**studiosassone**  
www.studiosassone.it  
engineering geology

strada boccardo, 2 - 10020 casalborgone (TO) tel. +39.011.917.46.14



0<Rd<20 Terreni geotecnicamente scadenti  
20<Rd<40 Terreni geotecnicamente mediocri  
Rd>40 Terreni geotecnicamente buoni

**PROVA PENETROMETRICA P2**  
Resistenza dinamica alla penetrazione





## **2.2 - ELEMENTI DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE**

### **2.2.1 - Stratigrafia, caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni e delle rocce (valori nominali disaggregati)**

Facendo riferimento all'elaborazione dei dati derivanti dalla prova eseguita mediante software WIN-DIN e da riscontri di letteratura noti per la zona, è stato possibile eseguire una ipotesi sulla natura dei livelli attraversati ed una stima preliminare cautelativa dei principali parametri geotecnici dei terreni presenti nell'area di studio. In dettaglio si riportano i valori medi indicativi e cautelativi di peso di volume, angolo di resistenza al taglio efficace e resistenza al taglio non drenata stimati per mezzo dell'elaborazione delle prove penetrometriche attraverso la loro correlazione con il valore di SPT secondo le metodologie di Terzaghi e Peck (1948, 1967) e Peck e Hanson (1953, 1974).

Si evidenzia che la coesione proposta è in condizioni non drenate; a lungo termine, se non protetti e soggetti ad infiltrazioni, i terreni perdono la coesione con un peggioramento delle caratteristiche geotecniche.



Sassone Dr. Geol. Paolo

Strada Boccardo, 2  
10020 Casalborgone (TO)

Riferimento: CAS\_PONTSMARIA

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 1**

- committente : COMUNE CASALBORGONE  
- lavoro : INDAGINE PENETROMETRICA  
- località : S.C. SANTA MARIA  
- note :

- data : 05/06/2014  
- quota inizio :  
- prof. falda : 3.50 m da quota inizio  
- pagina : 1

| n° | Profondità (m) |      | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |           |            |                       |              |              | VCA          | $\beta$   | Nspt              |
|----|----------------|------|-----------|-------------------------|-----------|------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|
|    |                |      |           | M                       | min       | Max        | $\frac{1}{2}(M+\min)$ | s            | M-s          | M+s          |           |                   |
| 1  | 0.00           | 5.50 | N<br>Rpd  | 7.6<br>26.2             | 2<br>8    | 16<br>57   | 4.8<br>17.0           | 3.7<br>12.4  | 3.9<br>13.9  | 11.3<br>38.6 | 8<br>28   | 0.77<br><b>6</b>  |
| 2  | 5.50           | 6.30 | N<br>Rpd  | 2.5<br>7.5              | 1<br>3    | 5<br>15    | 1.8<br>5.3            | 1.5<br>4.4   | 1.0<br>3.1   | 4.0<br>12.0  | 2<br>6    | 0.77<br><b>2</b>  |
| 3  | 6.30           | 8.10 | N<br>Rpd  | 9.0<br>26.0             | 6<br>18   | 12<br>34   | 7.5<br>21.9           | 1.8<br>5.1   | 7.2<br>20.9  | 10.8<br>31.1 | 9<br>26   | 0.77<br><b>7</b>  |
| 4  | 8.10           | 8.90 | N<br>Rpd  | 13.0<br>35.9            | 11<br>30  | 15<br>41   | 12.0<br>33.1          | 1.4<br>3.9   | 11.6<br>32.0 | 14.4<br>39.8 | 13<br>36  | 0.77<br><b>10</b> |
| 5  | 8.90           | 9.10 | N<br>Rpd  | 74.0<br>197.0           | 48<br>128 | 100<br>266 | 61.0<br>162.4         | ----<br>---- | ----<br>---- | ----<br>---- | 74<br>197 | 0.77<br><b>57</b> |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

$\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta^t = 0.77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

| n° | Prof.(m) |      | LITOLOGIA   | Nspt | NATURA GRANULARE |           |     |      |      | NATURA COESIVA |      |    |       |
|----|----------|------|-------------|------|------------------|-----------|-----|------|------|----------------|------|----|-------|
|    |          |      |             |      | DR               | $\sigma'$ | E'  | Ysat | Yd   | Cu             | Ysat | W  | e     |
| 1  | 0.00     | 5.50 | ORIZZONTE 1 | 6    | 21.7             | 24.0      | 238 | 1.89 | 1.43 | 0.38           | 1.85 | 37 | 1.000 |
| 2  | 5.50     | 6.30 | ORIZZONTE 2 | 2    | 7.5              | 20.0      | 207 | 1.85 | 1.36 | 0.13           | 1.75 | 47 | 1.267 |
| 3  | 6.30     | 8.10 | ORIZZONTE 3 | 7    | 25.0             | 25.0      | 245 | 1.90 | 1.45 | 0.44           | 1.86 | 36 | 0.972 |
| 4  | 8.10     | 8.90 | ORIZZONTE 4 | 10   | 35.0             | 27.0      | 268 | 1.93 | 1.50 | 0.63           | 1.90 | 33 | 0.892 |
| 5  | 8.90     | 9.10 | A RIFIUTO   | 57   | 87.6             | ----      | 631 | 2.17 | 1.87 | 3.56           | 2.47 | 06 | 0.158 |

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\sigma'$  (°) = angolo di attrito efficace

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata

E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



Sassone Dr. Geol. Paolo  
Strada Boccardo, 2  
10020 Casalborgone (TO)

Riferimento: CAS\_PONTSMARIA

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

**DIN 2**

- committente : COMUNE CASALBORGONE  
- lavoro : INDAGINE PENETROMETRICA  
- località : S.C. SANTA MARIA  
- note :

- data : 05/06/2014  
- quota inizio :  
- prof. falda : 3.50 m da quota inizio  
- pagina : 1

| n° | Profondità (m) | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |     |     |                       |      |      |       | VCA | $\beta$ | Nspt |
|----|----------------|-----------|-------------------------|-----|-----|-----------------------|------|------|-------|-----|---------|------|
|    |                |           | M                       | min | Max | $\frac{1}{2}(M+\min)$ | s    | M-s  | M+s   |     |         |      |
| 1  | 0.00 2.70      | N         | 3.9                     | 1   | 14  | 2.4                   | 3.0  | 0.9  | 6.8   | 4   | 0.77    | 3    |
|    |                | Rpd       | 14.3                    | 4   | 55  | 9.1                   | 11.4 | 2.9  | 25.7  | 15  |         |      |
| 2  | 2.70 4.80      | N         | 16.0                    | 11  | 20  | 13.5                  | 2.6  | 13.5 | 18.6  | 16  | 0.77    | 12   |
|    |                | Rpd       | 53.6                    | 37  | 68  | 45.4                  | 8.9  | 44.6 | 62.5  | 54  |         |      |
| 3  | 4.80 5.10      | N         | 5.7                     | 3   | 10  | 4.3                   | ---- | ---- | ----  | 6   | 0.77    | 5    |
|    |                | Rpd       | 18.0                    | 9   | 32  | 13.7                  | ---- | ---- | ----  | 19  |         |      |
| 4  | 5.10 6.00      | N         | 26.6                    | 19  | 37  | 22.8                  | 5.4  | 21.1 | 32.0  | 27  | 0.77    | 21   |
|    |                | Rpd       | 82.2                    | 57  | 115 | 69.4                  | 17.2 | 64.9 | 99.4  | 83  |         |      |
| 5  | 6.00 6.20      | N         | 6.0                     | 5   | 7   | 5.5                   | ---- | ---- | ----  | 6   | 0.77    | 5    |
|    |                | Rpd       | 17.9                    | 15  | 21  | 16.4                  | ---- | ---- | ----  | 18  |         |      |
| 6  | 6.20 6.80      | N         | 25.2                    | 16  | 37  | 20.6                  | 8.7  | 16.5 | 33.8  | 25  | 0.77    | 19   |
|    |                | Rpd       | 75.0                    | 48  | 110 | 61.3                  | 25.8 | 49.2 | 100.8 | 74  |         |      |
| 7  | 6.80 7.00      | N         | 5.5                     | 5   | 6   | 5.3                   | ---- | ---- | ----  | 6   | 0.77    | 5    |
|    |                | Rpd       | 16.1                    | 14  | 18  | 15.2                  | ---- | ---- | ----  | 18  |         |      |
| 8  | 7.00 8.10      | N         | 12.2                    | 8   | 15  | 10.1                  | 2.1  | 10.0 | 14.3  | 12  | 0.77    | 9    |
|    |                | Rpd       | 34.7                    | 23  | 43  | 28.8                  | 6.0  | 28.6 | 40.7  | 34  |         |      |
| 9  | 8.10 8.40      | N         | 19.7                    | 17  | 24  | 18.3                  | ---- | ---- | ----  | 20  | 0.77    | 15   |
|    |                | Rpd       | 54.3                    | 47  | 66  | 50.6                  | ---- | ---- | ----  | 55  |         |      |
| 10 | 8.40 9.00      | N         | 31.7                    | 22  | 37  | 26.8                  | 5.2  | 26.5 | 36.8  | 32  | 0.77    | 25   |
|    |                | Rpd       | 86.9                    | 61  | 102 | 73.8                  | 14.4 | 72.5 | 101.3 | 88  |         |      |
| 11 | 9.00 9.20      | N         | 84.5                    | 69  | 100 | 76.8                  | ---- | ---- | ----  | 84  | 0.77    | 64   |
|    |                | Rpd       | 225.0                   | 184 | 266 | 204.4                 | ---- | ---- | ----  | 224 |         |      |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ ) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

$\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 0.77$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ )

| n° | Prof.(m)  | LITOLOGIA    | Nspt | NATURA GRANULARE |           |      |      |      | NATURA COESIVA |      |      |       |
|----|-----------|--------------|------|------------------|-----------|------|------|------|----------------|------|------|-------|
|    |           |              |      | DR               | $\alpha'$ | E'   | Ysat | Yd   | Cu             | Ysat | W    | e     |
| 1  | 0.00 2.70 | ORIZZONTE 1  | 3    | 11.3             | 22.0      | 214  | 1.86 | 1.38 | 0.19           | 1.78 | 44   | 1.194 |
| 2  | 2.70 4.80 | ORIZZONTE 2  | 12   | 38.0             | 28.0      | 284  | 1.94 | 1.52 | 0.75           | 1.92 | 31   | 0.842 |
| 3  | 4.80 5.10 | LIVELLO A    | 5    | 18.3             | 23.0      | 230  | 1.88 | 1.41 | 0.31           | 1.83 | 39   | 1.061 |
| 4  | 5.10 6.00 | ORIZZONTE 3A | 21   | 51.5             | 32.0      | 353  | 2.00 | 1.60 | 1.31           | 2.03 | 24   | 0.648 |
| 5  | 6.00 6.20 | LIVELLO B    | 5    | 18.3             | 24.0      | 230  | 1.88 | 1.41 | 0.31           | 1.83 | 39   | 1.061 |
| 6  | 6.20 6.80 | ORIZZONTE 3B | 19   | 48.5             | 32.0      | 338  | 1.98 | 1.58 | 1.19           | 2.01 | 26   | 0.687 |
| 7  | 6.80 7.00 | LIVELLO C    | 5    | 18.3             | 24.0      | 230  | 1.88 | 1.41 | 0.31           | 1.83 | 39   | 1.061 |
| 8  | 7.00 8.10 | ORIZZONTE 4  | 9    | 31.7             | 26.0      | 261  | 1.92 | 1.48 | 0.56           | 1.89 | 34   | 0.918 |
| 9  | 8.10 8.40 | ORIZZONTE 5  | 15   | 42.5             | 30.0      | 307  | 1.96 | 1.54 | 0.94           | 1.96 | 29   | 0.773 |
| 10 | 8.40 9.00 | ORIZZONTE 6  | 25   | 57.5             | 34.0      | 384  | 2.02 | 1.64 | 1.56           | 2.08 | 21   | 0.574 |
| 11 | 9.00 9.20 | A RIFIUTO    | 64   | ----             | ----      | ---- | ---- | ---- | ----           | ---- | ---- | ----  |

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30 \text{ cm}$ )

DR % = densità relativa  $\alpha'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



## 2.3 - INDICAZIONI PER LA VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Sulla base di tali dati, è possibile, da parte di Tecnico Abilitato, affrontare le verifiche della sicurezza e delle prestazioni delle opere secondo la teoria degli Stati Limite.

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 che si riferisce agli stati limite ultimi, in funzione del grado di approfondimento delle indagini, per la progettazione geotecnica si suggerisce l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2, DA1.2) che generalmente è più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico (GEO). Dal punto di vista sismico, l'approccio viene corretto in A2+M2+R2+Kh±Kv dove Kh e Kv sono le accelerazioni sismiche orizzontali e verticali.

Le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) in condizioni sismiche devono essere realizzate agli stati di salvaguardia della vita (SLV). Essendo Casalborgone in classe 4, comunque, l'azione sismica incide in maniera marginale sulle prestazioni attese. A seguire si riportano i coefficienti correttivi sui parametri geotecnici e sulle verifiche agli SLU (stati limite ultimi).

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

| CARICHI                                   | EFFETTO     | Coefficiente Parziale<br>$\gamma_F$ (o $\gamma_E$ ) | EQU | (A1)<br>STR | (A2)<br>GEO |
|-------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-----|-------------|-------------|
| Permanenti                                | Favorevole  | $\gamma_{G1}$                                       | 0,9 | 1,0         | 1,0         |
|                                           | Sfavorevole |                                                     | 1,1 | 1,3         | 1,0         |
| Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup> | Favorevole  | $\gamma_{G2}$                                       | 0,0 | 0,0         | 0,0         |
|                                           | Sfavorevole |                                                     | 1,5 | 1,5         | 1,3         |
| Variabili                                 | Favorevole  | $\gamma_{Qi}$                                       | 0,0 | 0,0         | 0,0         |
|                                           | Sfavorevole |                                                     | 1,5 | 1,5         | 1,3         |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

| PARAMETRO                                       | GRANDEZZA ALLA QUALE<br>APPLICARE IL<br>COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE<br>PARZIALE<br>$\gamma_M$ | (M1) | (M2) |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di<br>resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$                                                | $\gamma_{\phi'}$                       | 1,0  | 1,25 |
| Coesione efficace                               | $c'_k$                                                        | $\gamma_{c'}$                          | 1,0  | 1,25 |
| Resistenza non drenata                          | $c_{uk}$                                                      | $\gamma_{cu}$                          | 1,0  | 1,4  |
| Peso dell'unità di volume                       | $\gamma$                                                      | $\gamma_\gamma$                        | 1,0  | 1,0  |

### **3 - CONCLUSIONI**

Quanto riportato ha permesso un approfondimento geognostico finalizzato alla progettazione in essere ed adeguato alle premesse progettuali.

Si ritiene che i materiali presenti fino a circa - 9m di profondità non siano geotecnicamente idonei alla realizzazione di opere di fondazione diretta, in caso di esigenze di carichi di esercizio elevati e superiori alle tensioni illustrate, sia a causa dei parametri da scadenti a mediocri, sia per la spiccata eterogeneità.

Il substrato terziario, invece, presente a partire da circa -9m dal piano strada risulta maggiormente idoneo a sostenere i carichi le vibrazioni e le sollecitazioni impressi dal ponte e dal traffico veicolare eventualmente pesante.

Si evidenzia inoltre che dovrà essere tenuto conto della presenza di acqua a partire da -3.5m dal piano strada.

### **ALLEGATI**

- Foto aerea del sito
- Ubicazione prove penetrometriche e foto
- Sezione qualitativa di indagine penetrometrica



Foto aerea del sito e ubicazione prove





Ubicazione prove su foto aerea



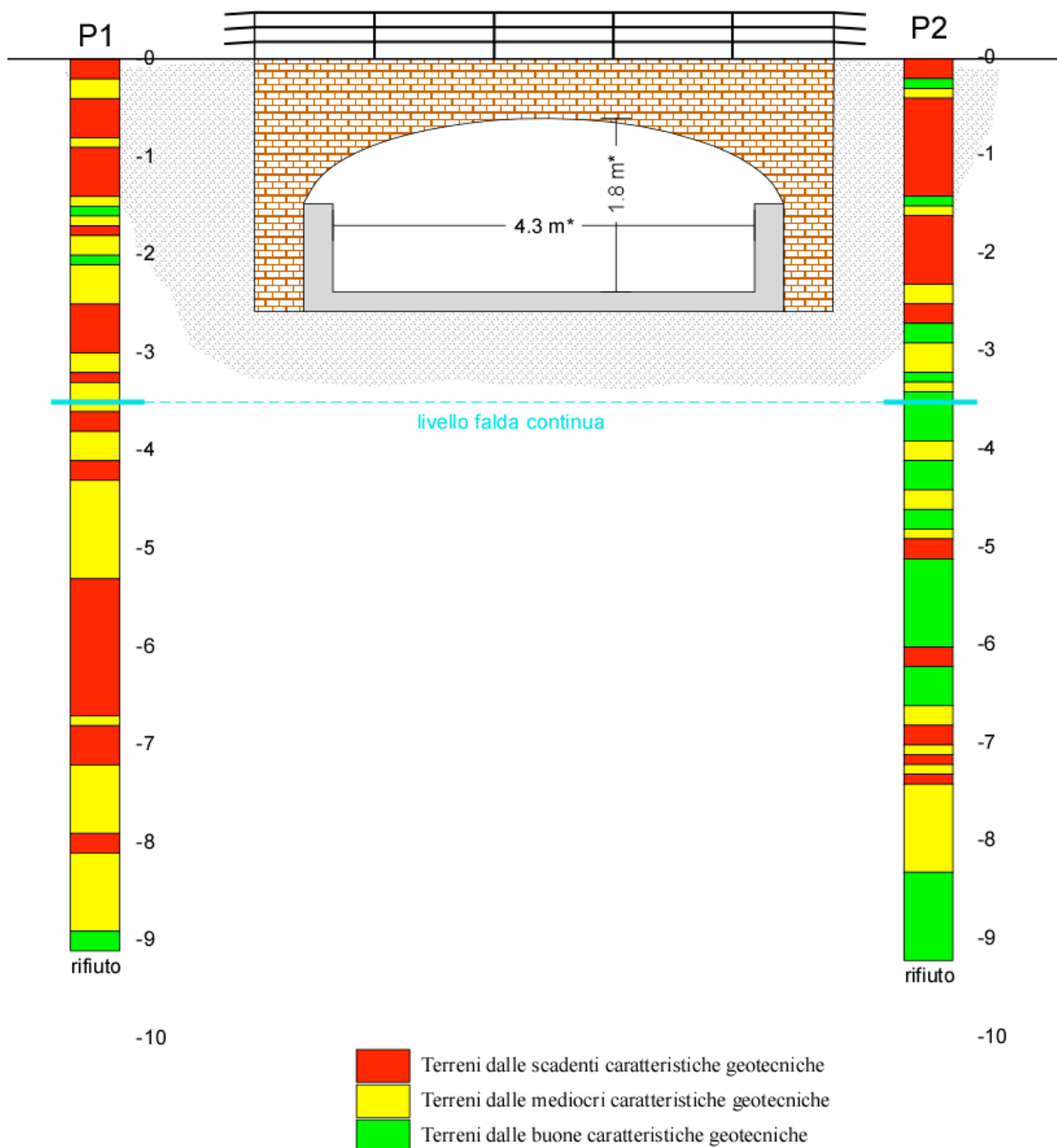
Ubicazione prova penetrometrica P1



Ubicazione prova penetrometrica P2



**SEZIONE GEOTECNICA QUALITATIVA**  
scala 1/50



*\* misure medie (il ponte risulta infatti particolarmente complesso nelle forme)*