

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

COMUNE DI ACQUI TERME

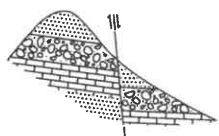
INDAGINE GEOTECNICA NEI PRESSI DEL PONTE DEL RIO RAVANASCO PER PROLUNGAMENTO DELLA PISTA CICLABILE VERSO L'AREA CAMPER

CIG: ZD51DD9DE6
CUP: B17B16000420004

RELAZIONE GEOLOGICO - GEOTECNICA

D.M. 14.01.2008

24 marzo 2017



STUDIO TECNICO FOGLINO

RICALDONE (AL) Via Cazzulini, 15A - Tel. 0144/74163 - fax 0144/745914 - e mail studio.foglino@gmail.com

INDICE

1)	PREMESSA	3
2)	INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO.....	3
3)	INDAGINI GEOGNOSTICHE	5
4)	STRATIGRAFIA.....	6
5)	PARAMETRI GEOTECNICI.....	6
6)	SUSCETTIVITÀ ALL'AMPLIFICAZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008	7
6.1)	Classificazione sismica dell'ambito di intervento	7
6.2)	Valutazione dei parametri sismici secondo il D.M. 14/01/2008.....	7
7)	ASPETTI DI CARATTERE GEOTECNICO APPLICATIVO RELATIVE A SCAVI E MICROPALI DI FONDAZIONE.....	9
7.1)	Scavi	9
7.2)	Fondazioni indirette.....	10
8)	CONCLUSIONI	13

Allegati nel testo:

- Corografia – scala 1:10.000;
- Output prove penetrometriche SCPT.

1) PREMESSA

Nel presente rapporto, a seguito dell'incarico conferito dal Comune di Acqui Terme (AL), viene caratterizzata sotto il profilo geologico e geotecnico l'area interessata dagli interventi per il prolungamento della pista ciclabile ed in particolare quella interessata dalla realizzazione del ponte sul Rio Ravanasco.

2) INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO

L'area di indagine si trova a S del centro del Comune di Acqui Terme in zona Bagni in adiacenza della SP456 Viale Einaudi, in corrispondenza dello sbocco del tratto tombinato del Rio Ravanasco nel F. Bormida.



Area di intervento – Immagine satellitare Digital Globe 2015 (Google)

La morfologia è caratterizzata dalla confluenza di origine antropica del Rio Ravanasco con il F. Bormida che avviene allo sbocco del tratto tombinato del rio stesso in sponda destra del fiume. Geologicamente la zona è interessata da copertura di origine alluvionale di potenza decametrica costituita da prevalenti limi sabbiosi in superficie, progressivamente passanti in profondità a sabbie e sabbie ghiaiose con livelli di ciottoli alla base.

Il substrato terziario è attribuibile alla Formazione di Cortemilia come risulta dalla Carta Geologica d'Italia – Scala 1:50.000 – Foglio 194 Acqui Terme.

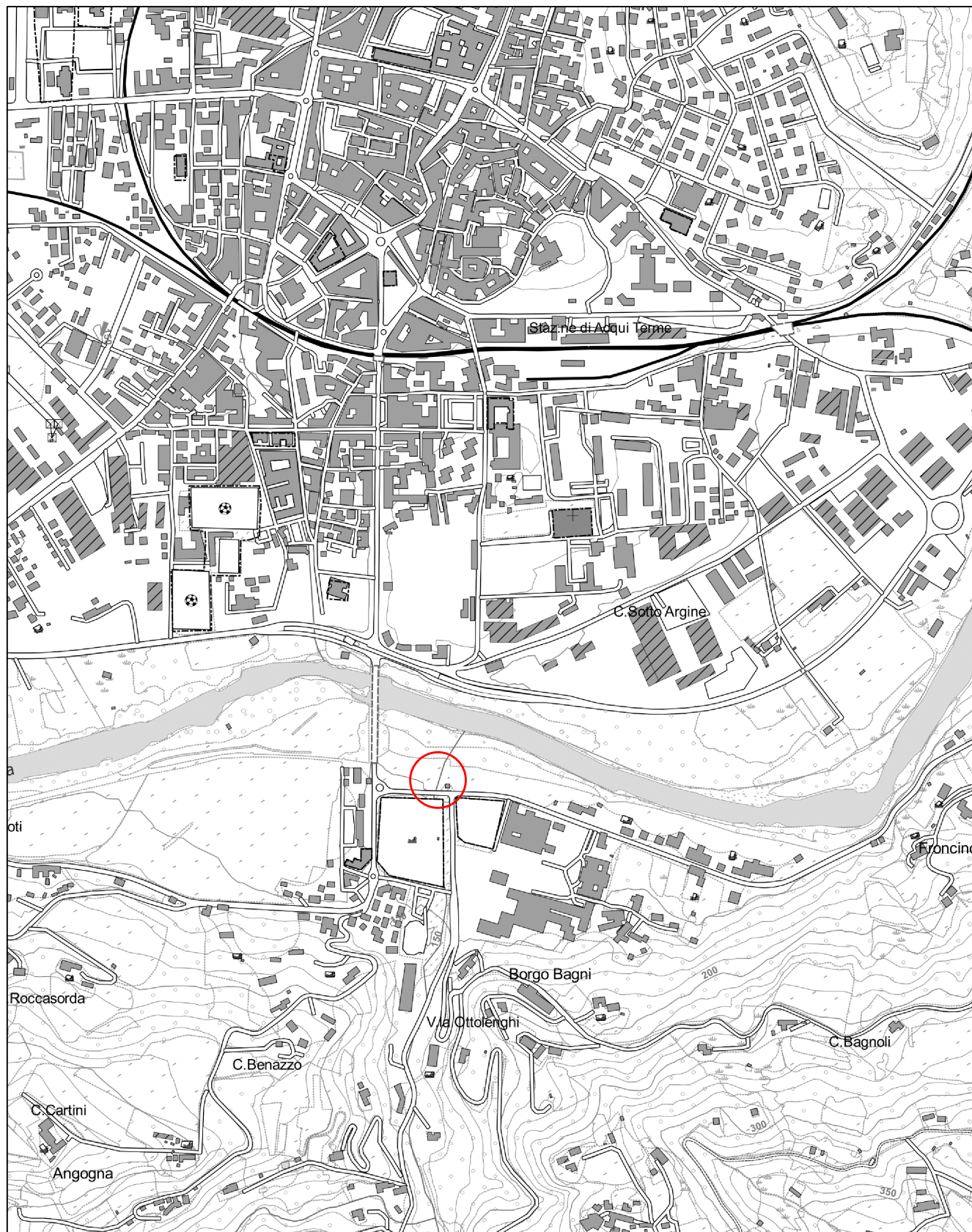
COROGRAFIA

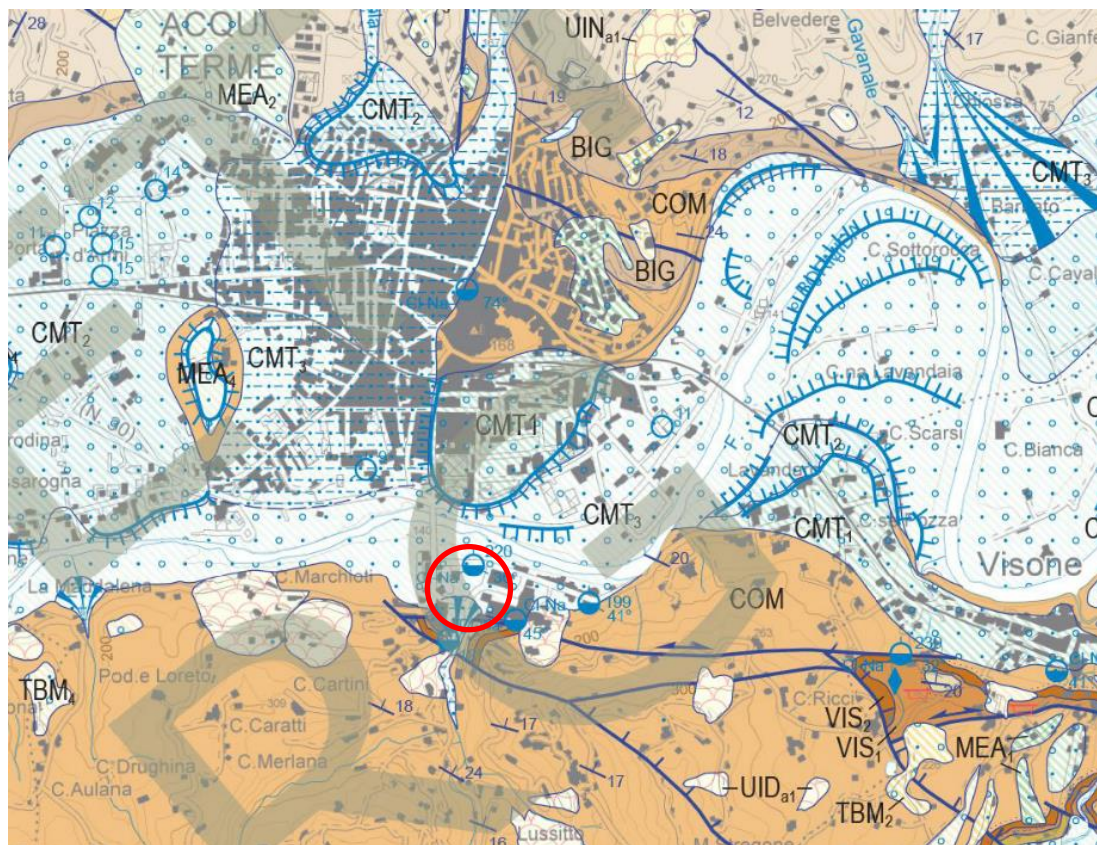
(BASE CARTOGRAFICA DI RIFERIMENTO BDTRE 2015 - SEZ. 194100)

SCALA 1:10.000



Area di intervento





CMT₃

Subsistema di Rocchetta Cairo

Depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi a supporto di clasti, localmente a supporto di matrice, debolmente o per nulla alterati (2,5Y 6/3-4/3). Clasti di taglia centimetrico-decimetrica, da subarrotondati a ben arrotondati. Talora sono presenti blocchi di dimensioni pluridecimetriche. Sono coperti da estese coltri di esondazione fluviale di spessore metrico (1-4 m), costituite da sabbie a laminazione piano-parallela o ondulata e da silt e sabbie siltose massive con rari ciottoli. All'interno delle coltri di esondazione sono presenti lenti ghiaiose a supporto di clasti e di matrice di spessore decimetrico con ciottoli centimetrici (<10 cm). Si distribuiscono lungo gli attuali fondovalli oppure formano superfici terrazzate sospese a non più di 8 m dai principali corsi d'acqua attuali e localmente dai corsi d'acqua tributari. La potenza massima dei depositi è valutabile in circa 25 m. Silt, silt sabbiosi e sabbie siltose con clasti eterometrici poco o per nulla alterati, di potenza ridotta, costituenti i fondovalli dei corsi d'acqua tributari (CMT₃).
OLOCENE - ATTUALE



CMT₂

Subsistema di Dego

Depositi fluviali costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, rispettivamente con struttura a supporto di clasti e di matrice, debolmente alterati (2,5Y 4/4 - 10YR 4/4). Ciottoli, da subarrotondati a ben arrotondati, di taglia centimetrico-decimetrica (30-40 cm). Sono inoltre presenti rari blocchi di diametro generalmente inferiore a 100 cm. Le ghiaie sono localmente coperte da coltri di esondazione fluviale di spessore da decimetrico a metrico costituite da sabbie siltose massive o con laminazione piano-parallela. Costituiscono estesi lembi di superfici terrazzate sospesi di circa 10-15 m rispetto ai fondovalli attuali. La potenza massima conservata dei depositi è valutabile in 15 m circa (CMT₂). *Parte terminale del PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE*



CMT₁

Subsistema di Saliceto

Depositi costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, rispettivamente con struttura a supporto di clasti e di matrice, a stratificazione mal definita, moderatamente alterati (10YR 4/6-4/3). Clasti di taglia centimetrico-decimetrica, da subarrotondati a ben arrotondati. All'interno sono presenti numerosi blocchi di taglia pluridecimetrica. Localmente sono coperti da coltri di esondazione di spessore decimetrico costituite da silt sabbiosi. Costituiscono estesi lembi di superfici terrazzate sospesi di circa 15-25 m rispetto ai fondovalli attuali. Lo spessore conservato dei depositi è valutabile in circa 15 m (CMT₁). *Parte terminale del PLEISTOCENE SUPERIORE*



MEA₄

Subsistema di Badia Vecchia

Depositi fluviali costituiti da ghiaie sabbiose a supporto di matrice o di clasti e sabbie ghiaiose, debolmente alterati (10YR 5/6 - 7,5YR 4/6), con clasti di taglia centimetrico-decimetrica da subarrotondati a ben arrotondati. All'interno sono presenti numerosi blocchi di taglia decimetrica. Localmente sono coperti da coltri di esondazione fluviale di spessore decimetrico costituite da silt sabbiosi massivi. Costituiscono lembi di superfici terrazzate sospesi di circa 25-30 m rispetto ai fondovalli attuali. Lo spessore massimo conservato è valutabile in 15 m circa (MEA₄).
PLEISTOCENE SUPERIORE



TBM₄

Subsistema di Monte

Depositi fluviali costituiti da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con struttura a supporto di matrice, localmente a supporto di clasti, mediamente alterati (7,5YR 5/8-4/6). Clasti di taglia centimetrico-decimetrica da subarrotondati a ben arrotondati. Localmente sono presenti blocchi di dimensioni pluridecimetriche. Talora i corpi ghiaiosi sono coperti da coltri siltose e siltoso-sabbiose di spessore decimetrico. Costituiscono lembi di superfici terrazzate sospesi di circa 65-75 m rispetto ai fondovalli attuali. La potenza massima conservata dei depositi è stimabile in 3-4 m circa di spessore (TBM₄). *Parte superiore del PLEISTOCENE MEDIO - Parte inferiore del PLEISTOCENE SUPERIORE?*



COM

Formazione di Cortemilia

Alternanze di arenarie medio-fini e peliti in strati decimetrico-metrici localmente amalgamati. Gli strati arenacei sono gradati, con lamine parallele o convolute, e sono caratterizzati da abbondanti resti vegetali. Biozone a nannofossili calcarei MNN3b-MNN4b. Potenza massima di 700-800 m. Depositi bacinali di conoide esterna (COM).
BURDIGALIANO SUPERIORE p.p. - LANGHIANO INFERIORE p.p.

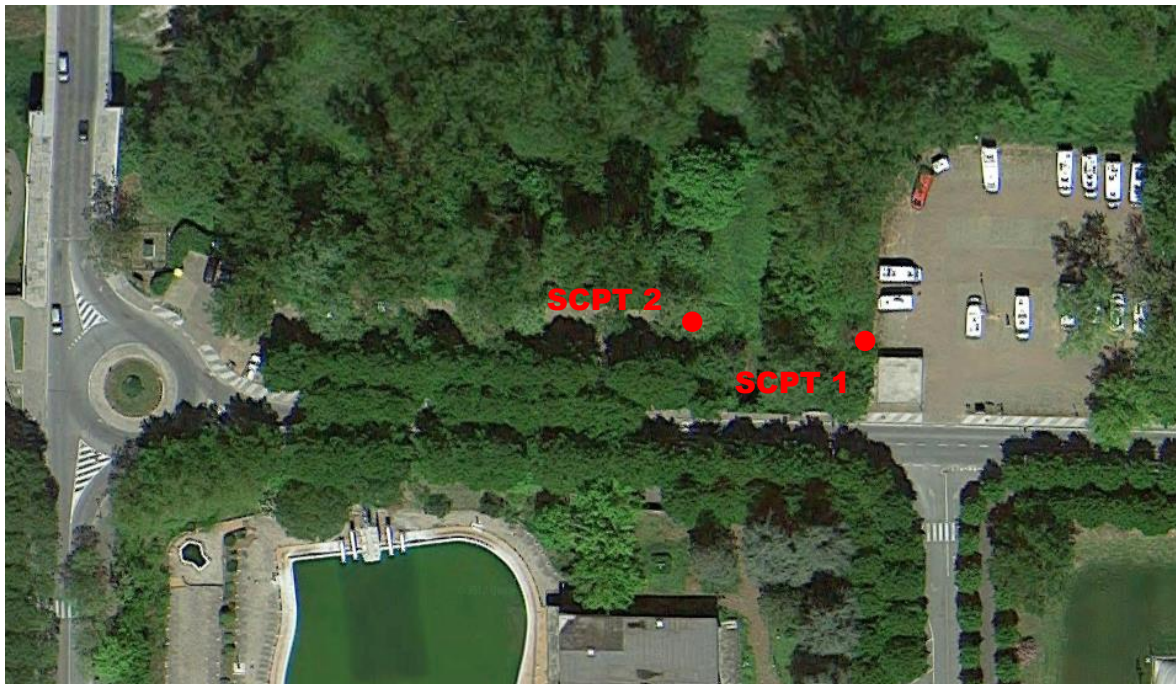
Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Foglio 194 - Acqui Terme con ubicazione area d'intervento.

Si tratta di un substrato da compatto a duro costituito da arenarie in condizione di incipiente diagenesi in strati da decimetrici a pluridecimetrici alternati a marne argillose grigio-azzurre e a sabbie grigio-giallastre molto addensate che risulta visibile in alcuni settori al margine dell'area in esame.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, le opere rientrano in perimetrazioni di classe IIIa1, ovvero aree non edificate o con presenza di isolati edifici, nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono attribuibili essenzialmente alle modalità evolutive di manifestazioni dissettive correlate alla dinamica fluviale e torrentizia.

3) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di caratterizzare il terreno di fondazione delle spalle del ponte sul Rio Ravanasco, sono state eseguite n.2 prove penetrometriche SCPT ubicate come da immagine seguente, rispettivamente SCPT1 in sponda destra e SCPT2 in sponda sinistra allo sbocco del tratto tombinato.



Ubicazione punti di prova SCPT.

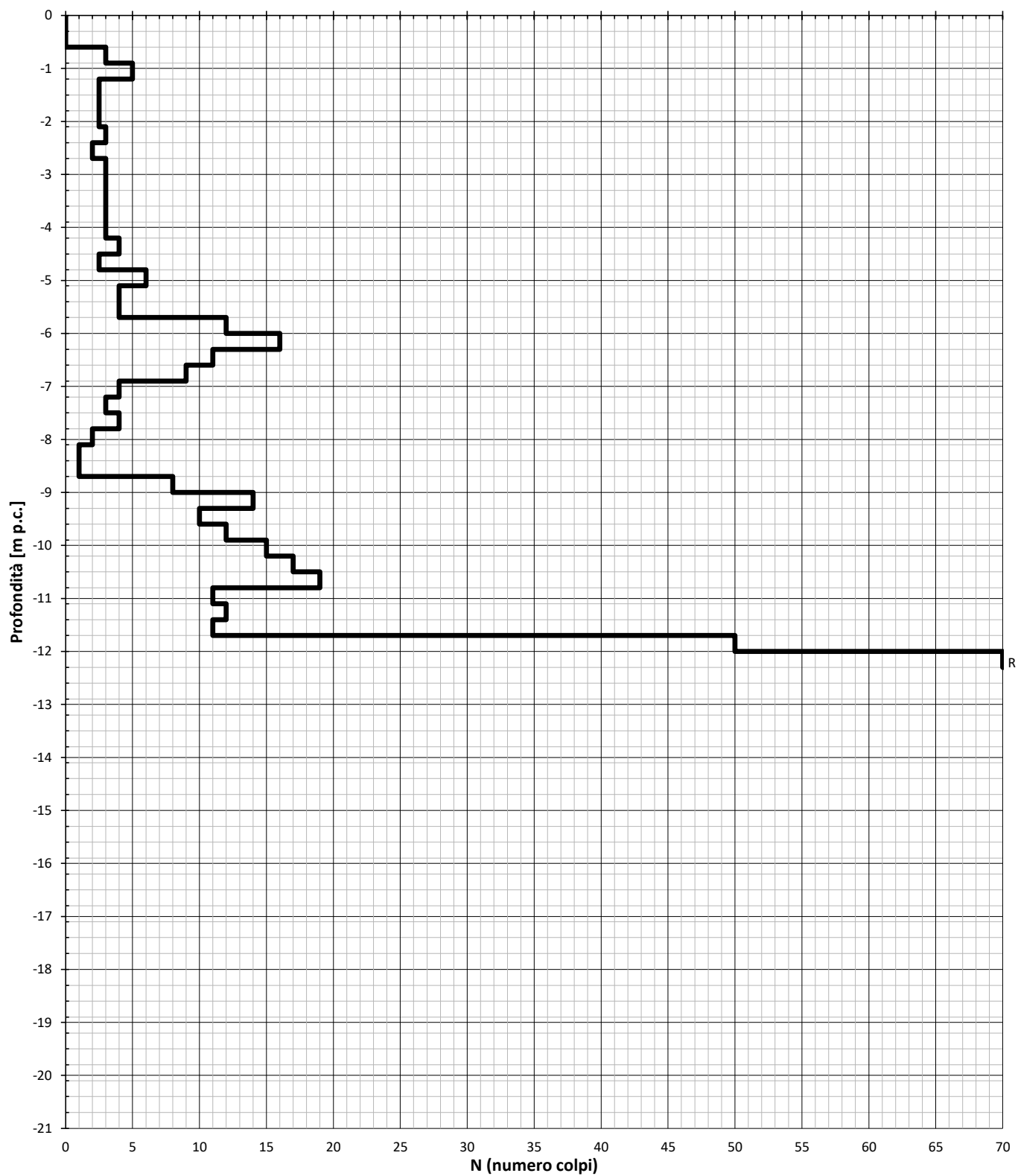
Le indagini sono state eseguite con un penetrometro statico-dinamico standard Pagani mod. PSD 73/10 infiggendo nel terreno una punta conica di acciaio avente $\phi = 51$ mm ed angolo di apertura $\alpha=60^\circ$, collegata alla superficie da una batteria di aste $\phi = 33$ mm aventi peso compreso tra 4.1 e 5.1 kg/m. L'energizzazione è stata realizzata tramite un maglio a caduta libera a sganciamento automatico del peso $P=73$ kg, caduta $H=75$ cm, lettura ogni 30 cm di avanzamento. Le prove sono state portate fino a rifiuto e gli output sono riportati in allegato alla seguente relazione.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 1

Committente: COMUNE DI ACQUI TERME

Ubicazione: LOC. BAGNI

Data: 20/03/2017

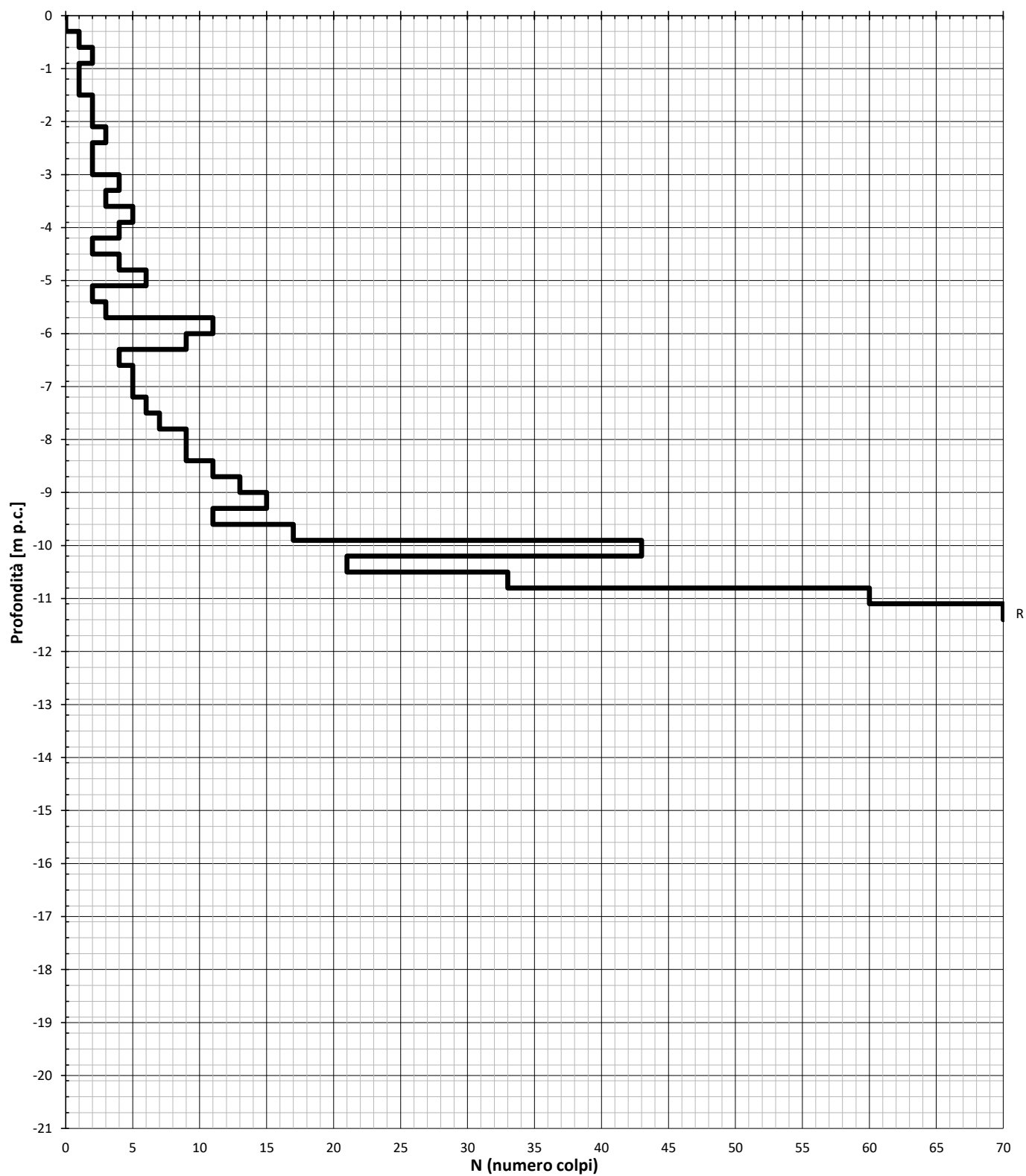


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 2

Committente: COMUNE DI ACQUI TERME

Ubicazione: LOC. BAGNI

Data: 20/03/2017



4) STRATIGRAFIA

Le prove SCPT 1 e 2 hanno rilevato la presenza di uno strato di copertura alluvionale costituito da prevalenti limi e sabbie argillose fino a profondità di 4 m circa, ad esso seguono sabbie fini limose fino a circa 5.70 m, quindi sabbie ghiaiose fino a circa 9 m. Da tale strato fino a profondità variabili da 10.50 m (SCPT2) a 11.70 m (SCPT1) è presente uno strato di ghiaie e sabbie. Dalla base di tale strato si registra un substrato marnoso arenaceo in condizioni di incipiente diagenesi con progressivo rifiuto alla penetrazione.

5) PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono state dedotte in base ad osservazioni in situ e ai risultati delle prove penetrometriche, tenendo conto anche dei risultati di precedenti indagini condotte su terreni ben assimilabili a quelli in oggetto.

Alle coperture detritiche alluvionali prevalentemente limoso-sabbiose soffici e poco consistenti possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici: $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$; $\varphi' = 24^\circ$, $c' = 0 \text{ kPa}$.

Alle sabbie fini limose possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici: $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$; $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 0 \text{ kPa}$.

Alle sabbie ghiaiose possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$; $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 0 \text{ kPa}$.

Alle ghiaie e sabbie possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$; $\varphi' = 35^\circ$, $c' = 0 \text{ kPa}$.

Al substrato marnoso arenaceo, in funzione del grado di alterazione, addensamento e/o cementazione possono essere attribuiti i seguenti parametri:

-zona alterata e fratturata: $\varphi_u = 0^\circ$, $C_u = 100-150 \text{ kPa}$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;

-zona compatta: $\varphi_u = 0^\circ$, $C_u = 150-250 \text{ kPa}$, $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

6) SUSCETTIVITÀ ALL'AMPLIFICAZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008

6.1) Classificazione sismica dell'ambito di intervento

La Regione Piemonte, con D.G.R. n. 11-13058 del 19.01.2010, recepisce la riclassificazione sismica per ciascun comune. Ciascuna zona è individuata da valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo a_g^1 , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (NTC2008) [a_g]
1	> 0.25	0.35g
2	0.15 – 0.25	0.25g
3	0.05 – 0.15	0.15g
4	< 0.05	0.05g

In particolare il Comune di Acqui Terme ricade in zona sismica 3 cui compete un valore di $a_g = 0.15g$.

6.2) Valutazione dei parametri sismici secondo il D.M. 14/01/2008

Sotto il profilo sismico, la normativa vigente fa riferimento alla pericolosità sismica di base, definita da INGV per la zona in esame in funzione dei seguenti parametri:

ID	15580
Latitudine	44.68
Longitudine	8.4987

L'intervento in progetto è classificabile come:

Classe dell'edificio	II
Vita Nominale Struttura	50 anni

Con riferimento ad un tempo di ritorno TR di 475 anni:

a_g	0.587
F_0	2.56
T_c^*	0.28

Sulla base delle coordinate geografiche del sito, secondo il D.M. 14/01/2008 vengono calcolati i coefficienti sismici k_h e k_v :

¹ " a_g " è espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g ed indica l'accelerazione orizzontale massima su formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi (suolo di categoria A così come definito nelle NTC2008).

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$
$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

in cui:

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$a_{\max}$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

L'accelerazione massima attesa al sito $a_{\max}$ è valutabile come:

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

in cui:

S_S è il coefficiente che tiene conto dell'amplificazione stratigrafica. Assume valori compresi tra 0.90 e 1.80 in funzione del fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 .

S_T è il coefficiente che tiene conto dell'amplificazione topografica. Assume valori compresi tra 1.00 e 1.40 in funzione della categoria topografica di appartenenza.

Per il sito in esame in via preliminare, sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche, si può assumere:

- **Categoria di sottosuolo: tipo E** – “Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S,30} > 800$ m/s.”
- **Categoria topografica: T1** – superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.
- **Coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1.6$**

7) ASPETTI DI CARATTERE GEOTECNICO APPLICATIVO RELATIVE A SCAVI E MICROPALI DI FONDAZIONE

Nel seguito si analizzano aspetti di carattere geotecnico applicativo relativi agli interventi in progetto con particolare riferimento alle opere di fondazione delle spalle del ponte.

7.1) Scavi

Gli scavi interesseranno principalmente i terreni di copertura in quanto riguarderanno le fasi realizzative della trave su micropali.

Al fine di valutare il comportamento dei terreni soggetti a scavo è stata valutata la stabilità sulla base dei dati geotecnici disponibili analizzando l'altezza critica relativa a scavi nel primo strato geotecnico.

La stima delle altezze critiche di scavo ha lo scopo di fornire indicazioni qualitative preliminari per le scelte progettuali da adottare. Con riferimento alle NTC2008, la combinazione di calcolo utilizzata per la stabilità dei fronti di scavo è l'Approccio 1 combinazione 2 che prevede una riduzione dei parametri geotecnici attraverso l'utilizzo di fattori di sicurezza parziali per le resistenze (M2).

Per quanto riguarda terreni limoso-sabbiosi soffici e poco consistenti ed in generale i terreni poco coesivi la valutazione dell'altezza critica in condizioni non drenate nel breve termine è stata condotta secondo la relazione seguente:

$$H_c = N_s \cdot \frac{C_u}{\gamma}$$

Assumendo:

C_{uk}	10	kPa
C_{ud}	7,14	kPa
γ	17	kN/m ³
N_s	$\beta = 90^\circ$	3,85
	$\beta = 70^\circ$	4,8

Risulta:

$H_{critica}$	$\beta = 90^\circ$	1,6	m
$H_{critica}$	$\beta = 70^\circ$	2,0	m

Va tenuto presente che tale verifica si riferisce a condizioni di breve termine (ad es. per apertura di scavi in traccia), pertanto le operazioni di scavo e l'esecuzione dei reinterri dovranno essere effettuate senza soluzione di continuità.

Particolare cura dovrà essere posta pertanto nella realizzazione degli scavi, limitando l'estensione dei fronti e predisponendo, ove necessario ($H_{scavo} \geq H_{critica}$), le relative opere provvisorie per garantire la stabilità delle pareti durante i lavori.

Dovrà essere posta particolare attenzione al disciplinamento e al controllo e allontanamento delle acque meteoriche, evitando il ristagno in prossimità dei fronti di scavo.

A riguardo degli scavi di fondazione dovrà essere posta attenzione alla preparazione dei piani di posa per limitare il disturbo sul piano di fondazione. Lo scavo dovrà risultare ben squadrato, livellato, pulito ed eventualmente compattato prima di procedere al getto.

7.2) Fondazioni indirette

L'ipotesi progettuale, in considerazione delle scadenti caratteristiche meccaniche del terreno e dell'acclività della sponda, prevede la realizzazione di fondazioni indirette mediante 3 micropali collegati in testa da una trave in c.a.

La portata per micropalo trivellato singolo gettato in opera nell'ipotesi di diametro esterno 220 mm (armatura tubolare diam. esterno 139 mm e spessore 10 mm) e lunghezza 12 m, iniezione senza valvole in un'unica soluzione (IGU) è stata valutata trascurando la portata di base e valutando solo il contributo della portata laterale calcolata secondo il metodo di Bustamante e Doix.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la portata laterale.

L'attrito laterale è valutato secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (1985) basate sull'interpretazione di prove in scala reale. Secondo la stratigrafia e la tipologia di iniezione, viene valutato il diametro medio del bulbo di malta iniettata e l'attrito limite da questa sviluppato col terreno circostante. Questo metodo è applicabile sia a terreni coesivi che non coesivi.

$$Q_{s,lim} = D_s L_s q$$

La stratigrafia utilizzata per il calcolo è quella desunta delle prove SCPT condotte presso l'area.

La stima è stata fatta in accordo con la normativa vigente D.M. 14/01/2008 secondo i differenti approcci, ne è disceso che il più cautelativo risulta l'Approccio 1 Combinazione 2.

Calcolo della portata di base.

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale secondo il metodo di Bustamante e Doix

Il fusto del palo attraversa 4 strati.

Strato 1: limi e sabbie

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [m] a quota -4 [m]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -2 [m].

Il diametro della perforazione vale 0.22 [m]. Nel terreno interessato da un'iniezione in pressione (IGU - iniezione globale unica in pressione), il diametro medio del bulbo di malta è incrementato rispetto a quello di perforazione. Gli Autori suggeriscono di considerare un incremento del 15%. Il diametro medio del bulbo di malta pari a 0.253 [m], il che equivale ad incrementare l'attrito per 1.15. Alla quota di interesse si riscontrano i seguenti valori di N_{spt} (2 prove): 2.0, 2.0 [colpi/piede]. I valori di attrito laterale calcolati sono: 12, 12 [kPa].

Le portate laterali calcolate sono 27.8188 (19.4732 [kN]), 37.7541 (26.4279 [kN]). Si sceglie il valore minore tra la portata minima e la portata media, applicando $\xi_{min}=1.55$ e $\xi_{med}=1.65$. Si applicano $\gamma_s=1.45$ e $\gamma_{st}=1.60$. Portata di calcolo laterale in compressione $Q_{sc,d} = 12.3777$ [kN] ($s/D=0.40\%$). Portata di calcolo laterale in trazione $Q_{st,d} = 7.8521$ [kN] ($s/D=0.40\%$).

Strato 2: Sabbie fini limose

Il palo attraversa questo strato da quota -4 [m] a quota -5.7 [m]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -4.85 [m].

Il diametro della perforazione vale 0.22 [m]. Nel terreno interessato da un'iniezione in pressione (IGU - iniezione globale unica in pressione), il diametro medio del bulbo di malta è incrementato rispetto a quello di perforazione. Gli Autori suggeriscono di considerare un incremento del 15%. Il diametro medio del bulbo di malta pari a 0.253 [m], il che equivale ad incrementare l'attrito per 1.15. Alla quota di interesse si riscontrano i seguenti valori di N_{spt} (2 prove): 5.7, 5.6 [colpi/piede]. I valori di attrito laterale calcolati sono: 33, 32 [kPa].

Le portate laterali calcolate sono 41.4301 (29.0011 [kN]), 40.4167 (28.2917 [kN]). Si sceglie il valore minore tra la portata minima e la portata media, applicando $\xi_{min}=1.55$ e $\xi_{med}=1.65$. Si applicano $\gamma_s=1.45$ e $\gamma_{st}=1.60$. Portata di calcolo laterale in compressione $Q_{sc,d} = 17.1049$ [kN] ($s/D=0.40\%$). Portata di calcolo laterale in trazione $Q_{st,d} = 10.8509$ [kN] ($s/D=0.40\%$).

Strato 3: Sabbie ghiaiose

Il palo attraversa questo strato da quota -5.7 [m] a quota -9 [m]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -7.35 [m].

Il diametro della perforazione vale 0.22 [m]. Nel terreno interessato da un'iniezione in pressione (IGU - iniezione globale unica in pressione), il diametro medio del bulbo di malta è incrementato rispetto a quello di perforazione. Gli Autori suggeriscono di considerare un incremento del 15%. Il diametro medio del bulbo di malta pari a 0.253 [m], il che equivale ad incrementare l'attrito per 1.15. Alla quota di interesse si riscontrano i seguenti valori di N_{spt} (2 prove): 6.4, 3.3 [colpi/piede]. I valori di attrito laterale calcolati sono: 37, 19 [kPa].

Le portate laterali calcolate sono 115.5474 (80.8832 [kN]), 76.8196 (53.7737 [kN]). Si sceglie il valore minore tra la portata minima e la portata media, applicando $\xi_{min}=1.55$ e $\xi_{med}=1.65$. Si applicano $\gamma_s=1.45$ e $\gamma_{st}=1.60$. Portata di calcolo laterale in compressione $Q_{sc,d} = 34.18$ [kN] ($s/D=0.40\%$). Portata di calcolo laterale in trazione $Q_{st,d} = 21.683$ [kN] ($s/D=0.40\%$).

Strato 4: ghiaie e sabbie

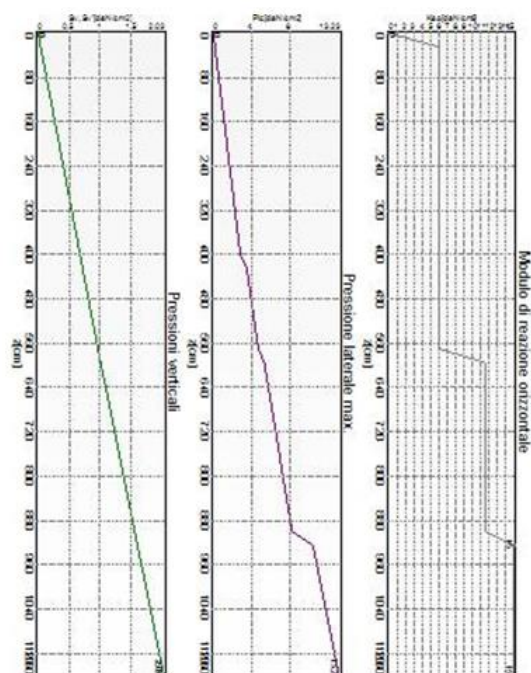
Il palo attraversa questo strato da quota -9 [m] a quota -11.6 [m]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -10.2764 [m].

Il diametro della perforazione vale 0.22 [m]. Nel terreno interessato da un'iniezione in pressione (IGU - iniezione globale unica in pressione), il diametro medio del bulbo di malta è incrementato rispetto a quello di perforazione. Gli Autori suggeriscono di considerare un incremento del 15%. Il diametro medio del bulbo di malta pari a 0.253 [m], il che equivale ad incrementare l'attrito per 1.15. Alla quota di interesse si riscontrano i seguenti valori di N_{spt} (2 prove): 51.3, 13.9 [colpi/piede]. I valori di attrito laterale calcolati sono: 295, 80 [kPa].

Le portate laterali calcolate sono 486.0067 (340.2047 [kN]), 151.5205 (106.0644 [kN]). Si sceglie il valore minore tra la portata minima e la portata media, applicando $\xi_{min}=1.55$ e $\xi_{med}=1.65$. Si applicano $\gamma_s=1.45$ e $\gamma_{st}=1.60$. Portata di calcolo laterale in compressione $Q_{sc,d} = 67.4174$ [kN] ($s/D=0.40\%$). Portata di calcolo laterale in trazione $Q_{st,d} = 42.7679$ [kN] ($s/D=0.40\%$).

Portata totale (base + laterale)

La portata di calcolo totale in compressione $Q_{tc,d}$ è 131.08 [kN], la portata di calcolo totale in trazione $Q_{tt,d}$ è 83.1538 [kN].



I pali dovranno essere realizzati con particolare attenzione avendo cura di procedere con tecniche atte ad evitare il franamento delle pareti in fase costruttiva.

8) CONCLUSIONI

L'area interessata dalla realizzazione del nuovo ponte sul Rio Ravanasco per il prolungamento della pista ciclabile, situata allo sbocco del tratto tombinato del rio stesso in adiacenza a Viale Einaudi, è stata indagata con due prove SCPT ubicate in sponda destra e in sponda sinistra al margine delle aree di parcheggio. Le prove sono state realizzate con lo scopo di connotare la stratigrafia dei terreni e valutare i parametri geotecnici per la realizzazione dei micropali di fondazione delle spalle del ponte stesso.

Dall'indagine è emersa una successione di terreni alluvionali con scadenti caratteristiche geotecniche che si sviluppano fino a profondità variabili tra 10.50 e 11.70 m p.c. A profondità superiori si sviluppa un substrato marnoso arenaceo in condizioni di incipiente diagenesi da molto compatto a duro.

La fondazione delle spalle del ponte verrà realizzata mediante micropali collegati in testa da una trave. La capacità portante dei micropali di fondazione aventi diametro 220 mm e lunghezza di 12 è stata valutata ai sensi del D.M. 14/01/2008 ed è risultata pari a 131 kN/micropalo. Si raccomanda una particolare attenzione nella realizzazione dei micropali soprattutto per quanto attiene la stabilità del preforo, durante la posa dell'armatura e la realizzazione del getto al fine di evitare franamenti del terreno ed assicurare continuità nel getto ed idonee caratteristiche di portanza.

Il progetto non comporta significativi scavi di sbancamento che sono limitati alla realizzazione del trave di collegamento dei micropali e della gabbionata adiacente. Si raccomanda tuttavia una particolare attenzione per il mantenimento della stabilità avendo cura di non superare le altezze critiche ricorrendo eventualmente all'occorrenza alla messa in opera di eventuali sostegni provvisori per garantire le necessarie condizioni di sicurezza ai lavoratori. Si rammenta che le verifiche condotte si riferiscono a condizioni di breve termine e quindi le operazioni di scavo e i reinterri dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità. Dovrà essere posta particolare attenzione al disciplinamento e al controllo e allontanamento delle acque meteoriche, evitando il ristagno in prossimità dei fronti di scavo. Infine si raccomanda una manutenzione generale delle sponde e dell'alveo del Rio Ravanasco nel tratto interessato dall'opera per il mantenimento delle condizioni di stabilità delle sponde evitando l'insorgenza di fenomeni erosivi delle stesse.