

Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA
TETTOIA PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11a
GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

**Relazione Geologica e Sismica
ai sensi del D.M. 17.01.2018
e del D.G.R. N. IX/2616 del 30.11.2011**



Carpenedolo (BS), 02/09/2019

*Dott. Geol. Giancarlo Poli – Dott. Geol. Leonardo Spada – Ing. Paolo Franzoni – Dott. Geol. Mattia Benzi – Ing. Paolo Franzoni
Via Meucci, 26 25013 Carpenedolo (BS)*

**Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA**

**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA TETTOIA
PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11°-GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
Via Ospedaletto, 11
26100 – Cremona (CR)

INDICE:

RIFERIMENTI NORMATIVI	4
1. PREMESSA	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	6
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	6
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	6
2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	8
3. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ.....	10
4. SISMICITÀ.....	11
5. INDAGINI SISMICA	14
5.1 INTRODUZIONE	14
5.2 METODO DI INDAGINE.....	14
5.3 STRUMENTAZIONE.....	16
5.4 ELABORAZIONE	17
5.5 RISULTATI	18
6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	21
6.1 GENERALITÀ	21
6.2 PROCEDURA REGIONE LOMBARDIA	21
6.3 DETERMINAZIONE DEL PERIODO DI RIFERIMENTO DEL SITO	22
7. AZIONE SISMICA	24
7.1 INTRODUZIONE	24
7.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	25
7.3 AZIONE SISMICA DI PROGETTO	27
8. INDAGINE GEOGNOSTICA	29
8.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	29
8.3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE TIPO SUPER PESANTE (DPSH).....	30
8.3.1 GENERALITÀ	30
8.3.2 ATTREZZATURA.....	30
8.3.3 ELABORAZIONE DEI RISULTATI.....	31
8.3.4 PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	31
9. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	33

10. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO.....	35
11. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI.....	39

ALLEGATI:

- Corografia generale in scala 1:10.000
- Carta Geologica in scala 1:100.000
- Planimetria generale con ubicazione indagini
- Stratigrafie sondaggi
- Report fotografico
- Sezioni geotecniche

RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto Ministeriale 11/03/1988**
"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- **Decreto Ministeriale 16/01/1996**
"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- **Decreto Ministeriale 14/01/2008**
Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 02/02/2009
- **Decreto Ministeriale 17/01/2018**
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Eurocodice 8 (1998)**
- **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**
Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)**
Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)**
Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002)
- **Legge Regionale Lombardia 11/03/2005 n. 12**
- **D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011**
Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014**
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2489 del 10/10/2014**
Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/4144 del 8/10/2015**
Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/5001 del 30/03/2016**
Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)
- **Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Brescia**

1. PREMESSA

Su incarico del Dott. Pasinetti Fabio, per conto della società Econord Ambiente S.r.l., è stata eseguita un'indagine geognostica e redatta la presente geologica e sismica sui terreni interessati dalla realizzazione di un nuovo capannone e di una nuova tettoia, ubicati in Comune di Gabbioneta Binanuova (CR), località Polo Nord n.11/a.

La presente relazione, sintesi e compendio dello studio geologico eseguito per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo, contiene le considerazioni e le stime a carattere geologico-geotecnico riguardanti i terreni interessati dalle fondazioni delle opere in progetto.

Lo studio geologico è stato eseguito in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni"; l'opera in progetto, appartiene al Tipo 2 (N.T.C. 2018 2.4.1) con Classe d'Uso II (N.T.C. 2018 2.4.2).

Di conseguenza questa relazione, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di sottofondazione, nel mese di giugno 2019, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.5 sondaggi a carotaggio continuo, verticali, spinti fino a profondità comprese fra -2.00 m e -4.00 m dall'attuale piano campagna;
- n.8 prove penetrometriche dinamiche di tipo super pesante (DPSH), spinte fino a profondità comprese fra -10.20 m e -15.00 m dall'attuale piano campagna.

Inoltre, per la definizione della categoria di sottosuolo, e la valutazione delle caratteristiche di resistività dei depositi, sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

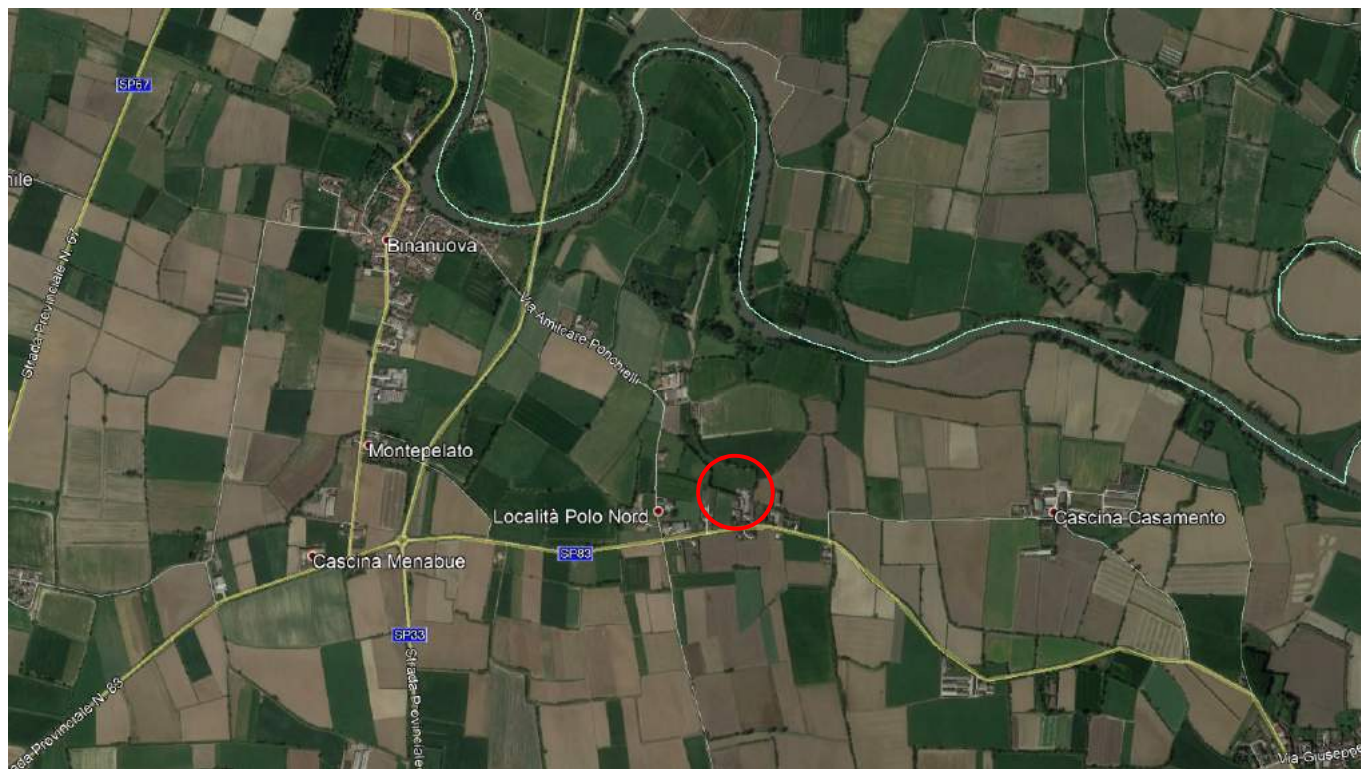
- n.1 prospezione sismica di tipo MASW, con stendimento di lunghezza pari a 46.00 m;

Per le notizie di carattere geologico generale sono stati eseguiti rilievi di campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area; lo studio è stato poi completato dalle notizie e dai dati bibliografici a disposizione, nonché dalle conoscenze acquisite dagli scriventi nella zona, tramite precedenti lavori e indagini.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1 Inquadramento geografico

L'area in oggetto, situata in comune di Gabbioneta Binanuova – loc. Polo Nord, presso il civico n.11/a; ricade nel Foglio D7b3 della Carta Tecnica Regionale ed è centrata sulle coordinate 45°13'26.40" di latitudine N, 10°11'39.03" di longitudine E ad una quota di circa 41 m s.m.



-Veduta aerea dell'area in esame (estratto da Google Earth)-

Il territorio comunale di Gabbioneta Binanuova, che si estende su un'area di 15.71 km², è compreso tra una quota minima di 36 m s.m. nella porzione nord e una massima di 47 m s.m. nella sua porzione sud occidentale. La morfologia territoriale risulta sostanzialmente omogenea e pianeggiante con una debolmente digradante verso Nord in direzione del fiume Oglio.

L'area di interesse è ubicata nella porzione centro orientale dell'area comunale, caratterizzata da relativa omogeneità morfologica e da debole pendenza in direzione del fiume Oglio.

2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area comunale di Gabbioneta Binanuova ricade nei depositi sabbioso-argillosi con lenti e ciottoli minuti appartenenti alle alluvioni antiche, confinanti a Nord con le alluvioni medio recenti del fiume Oglio e a Sud con il livello fondamentale della Pianura (Pleistocene).

La continuità morfologica del territorio risulta interrotta da una serie di scarpate morfologiche con direzione WNW-ESE, che separano i depositi pleistocenici dalla valle olocenica del Fiume Oglio.

Geomorfologicamente, la zona è caratterizzata dai solchi vallivi del fiume Oglio, nella parte meridionale del territorio comunale, e del fiume Mella, nella zona occidentale.

In generale, nell'area comunale, si distinguono i seguenti settori:

Ripiani alluvionali del fiume Oglio: con suoli da poco a molto profondi, con substrato generalmente sabbioso a tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana in superficie e da moderatamente grossolana a grossolana in profondità.

In questo settore sono presenti una serie elementi di origine fluviale (piccoli ripiani, dossi e depressioni), caratterizzati da debole evidenza e localmente mascherati dall'intervento antropico. Tali morfologie sono riconducibili ai classici processi fluviali di divagazione compiuti dal corso d'acqua in un recente passato.

All'interno di questo sistema morfologico si distinguono:

- L'alveo attivo del fiume Oglio e le forme ad esso associate (isole, barre ecc.), generalmente in evoluzione.
- Un ripiano sospeso sull'alveo attuale del fiume Oglio, costituito da depositi alluvionali medio-recenti e potenzialmente inondabile ove non adeguatamente protetto dagli argini di difesa.
- Un ripiano ulteriormente terrazzato sul precedente, altimetricamente posto sotto il Livello Fondamentale della Pianura e sviluppato lungo il margine esterno della valle olocenica dell'Oglio.

Livello Fondamentale della Pianura: costituito da un piano molto omogeneo, debolmente immergente verso NE caratterizzato da superfici generalmente stabili delimitate da scarpate erosive, con suoli da moderatamente profondi e molto profondi, substrato generalmente da limoso a sabbioso, a tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana in superficie e da moderatamente grossolana a grossolana in profondità, con drenaggio da mediocre a buono.

La scarpata morfologica che terrazza il ripiano tardo-pleistocenico verso N rappresenta il lineamento più evidente di questa porzione di pianura e delimita l'ampio solco che ospita le alluvioni oloceniche del fiume Oglio; quest'ultima presenta un'altezza variabile sino a un massimo di circa 4-5 m e, quando assume caratteristiche naturali, presenta i connotati di un versante molto acclive, ormai relitto.

Localmente, la scarpata morfologica risulta rimaneggiata da interventi antropici ed è ridotta a una caratteristica rottura di pendenza del piano di campagna.

Dal punto di vista geologico s.s., nel territorio comunale di Gabbioneta Binanuova si osservano i seguenti depositi, di età compresa tra il Pleistocene medio e l'Olocene, sono:

- Alluvioni attuali (a^3 , Olocene Superiore): costituite da depositi ghiaiosi, con lenti sabbiose e sabbioso argillose, presenti nell'alveo inciso del F. Oglio.
- Alluvioni recenti (a^2 , Olocene medio-superiore): costituite da depositi sabbioso argillosi, talora ghiaiosi, terrazzati, fissati e coltivati, di poco sospesi sull'alveo inciso del Fiume.
- Alluvioni antiche (a^1 , Olocene Inferiore) – costituite da depositi sabbioso argillosi, con lenti a ciottoli minuti, che costituiscono un basso terrazzo lungo gli alvei dei corsi d'acqua principali.

- Fluviale Wurm (fW, Pleistocene Superiore) - è costituito da depositi sabbiosi, limosi e argillosi con lenti ghiaiose a ciottoli minuti; presentano un suolo bruno o brunastro, talora rossastro, per dilavamento di paleosuoli preesistenti a monte. I depositi costituiscono il substrato del Livello Fondamentale della Pianura (o Piano Generale Terrazzato) sviluppato a valle della linea delle risorgive.

Secondo la Carta Geologica a scala 1: 100.000 Foglio N. 61 CREMONA, l'area in esame è ubicata sui depositi fluviali Wurmiani, costituiti da sabbie, limi e argille con lenti ghiaiose a ciottoli minuti

Morfologicamente il sito in esame, posto ad una quota di circa 41 m s.m., è ubicato in un'area pianeggiante, caratterizzata dall'assenza di fenomeni di dinamica geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi.

2.2 Inquadramento idrogeologico

La successione idrogeologica a scala regionale è definita da tre unità ben distinte anche se non sempre individuabili altrettanto chiaramente.

Dalla più superficiale alla più profonda le unità affioranti sono le seguenti:

- Unità ghiaioso-sabbiosa: è costituita nella parte più settentrionale del territorio padano dalle formazioni moreniche, sfumanti verso sud alle coltri fluvio-glaciali e fluviali recenti.

Questa unità è costituita da depositi alluvionali (recenti ed antichi) e da quelli fluvio-glaciali wurmiani, in cui le frazioni limose e argillose risultano più limitate, ed è caratterizzata da granulometrie progressivamente più

fini da N a S.

- Unità sabbioso-argillosa: sottostante alla litozona ghiaioso-sabbiosa, è da questa separata da un contatto graduale e di difficile ubicazione. E' suddivisibile in due sub-unità, la prima costituita da argille, limi e sabbie con frequenti livelli torbosi o lignitosi e caratteristica di ambienti fluvio-palustri, la seconda indica invece condizioni marine costiere ed è costituita da alternanze di ghiaie e sabbie con argille e limi.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, questa unità rappresenta il substrato dell'acquifero tradizionale; l'acqua è contenuta in livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi; si tratta principalmente di falde confinate con presenza talora di sostanze tipiche di ambiente riducente.

- Unità argillosa: è l'unità più profonda e più antica nell'ambito dei sedimenti quaternari e corrisponde a condizioni di sedimentazione tipicamente marine. Presenta permeabilità scarsa o nulla con rari livelli acquiferi; viene generalmente considerata il substrato idrogeologico delle unità soggette ad eventuali captazioni.

La presenza di acqua nel sottosuolo del territorio comunale di Gabbioneta Binanuova, così come per l'intero territorio Cremonese, è legata a caratteristiche strutture stratigrafiche e deposizionali che ne governano l'accumulo ed il transito-

A scala sovracomunale, si sviluppi un complesso acquifero di tipo “multifalda”, all’interno del quale sono riconoscibili due circuiti chiaramente separati:

- un esile circuito superficiale, che nel sottosuolo di Gabbioneta Binanuova assume prevalentemente caratteristiche freatiche e viene alimentato sia da monte (secondo la direzione di deflusso idrogeologico), sia per infiltrazione diretta (a seguito di precipitazioni meteoriche o durante la pratica irrigua);
- un circuito profondo (o confinato-artesiano), ospitato in orizzonti sabbiosi protetti al tetto da depositi impermeabili di significativo spessore ed estensione laterale, caratterizzato da un flusso in senso laterale con alimentazione da aree poste idrogeologicamente a monte.

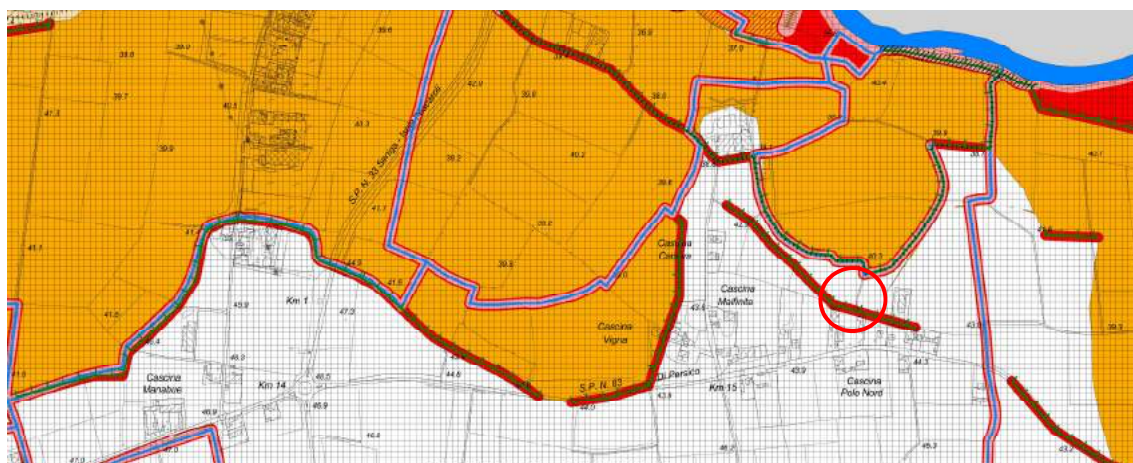
Relativamente al circuito superficiale, nel territorio comunale è presente una falda libera diretta verso NE, marcatamente condizionata dall’azione drenante esercitata dall’incisione olocenica dell’Oglio, caratterizzata una soggiacenza compresa fra 5 m circa nel settore meridionale e 1m circa nel settore meridionale, nei pressi del fiume Oglio.

Durante l’esecuzione dei sondaggi la falda è stata osservata a circa -3.00 m da p.c., in accordo con quanto riportato nei documenti del P.G.T. comunale.

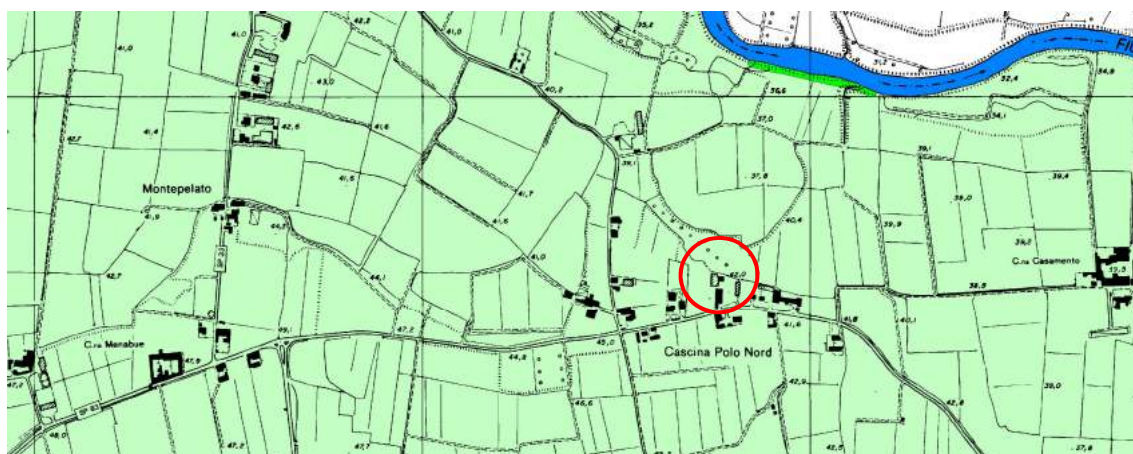
3. PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

Dall'esame della componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. vigente del Comune di Gabbioneta Binanuova si ricavano i seguenti dati:

- In riferimento alla “Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano”, l'area oggetto di indagine ricade parzialmente nella classe 1A (Classe di fattibilità geologica senza particolari limitazioni); nell'area in oggetto è presente una fascia in classe di fattibilità 4D (Classe di fattibilità geologica con gravi limitazioni-Scarpate morfologiche).
- Con riferimento alla pericolosità sismica locale l'area è inquadrata nello scenario Z4a (zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi).
- In riferimento alla “Carta dei vincoli”, l'area in oggetto non è interessata da alcun tipo di vincolo di polizia idraulica, paesaggistico, di rischio idrogeologico o idraulico, fatta eccezione per la presenza di una scarpata morfologica soggetta a vincoli definiti nel P.T.C.P.



-Stralcio Carta di Fattibilità per le azioni di Piano-



-Stralcio Carta della PSL-

Si sottolinea che le opere in progetto non andranno a interessare l'area con fattibilità geologica con gravi limitazioni e soggetta a vincolo PTCP.

4. SISMICITÀ

La porzione di territorio in cui ricade l'area in esame risulta a bassa sismicità.

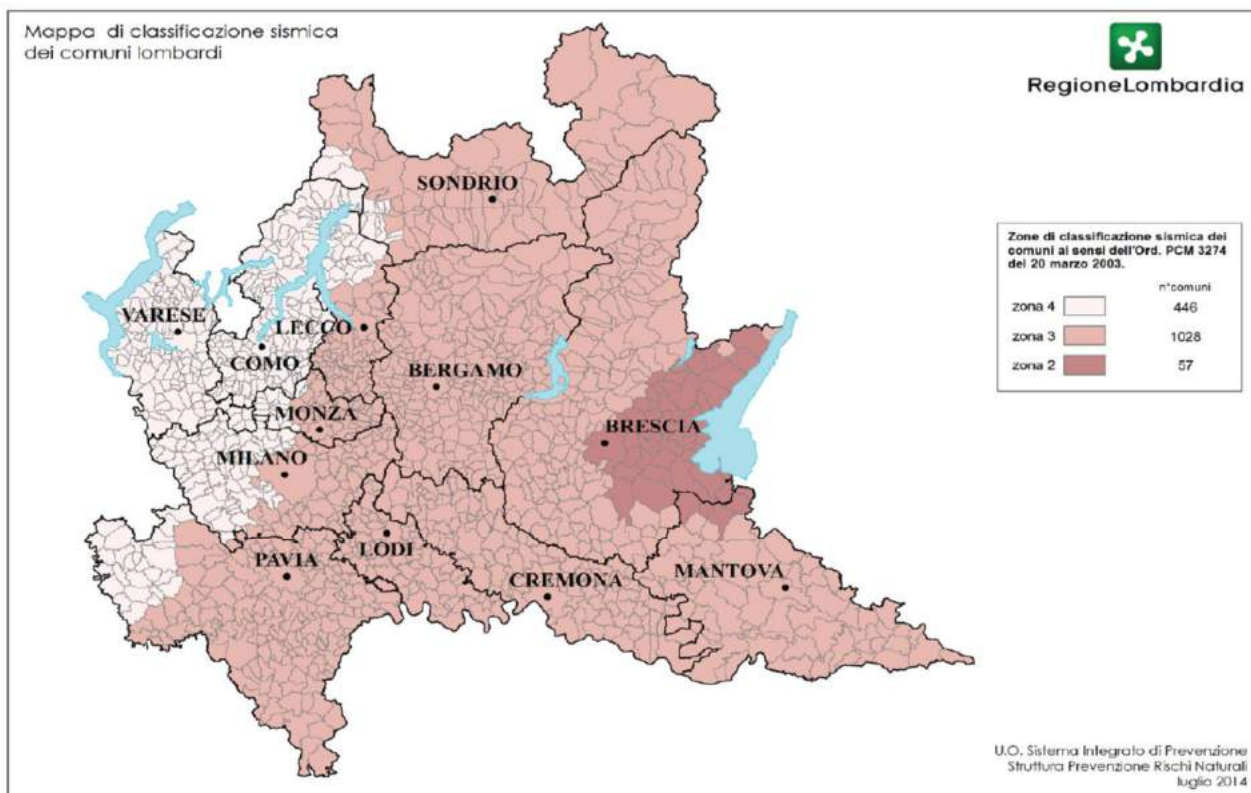
La normativa vigente sul rischio sismico è di seguito riassunta:

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int., pubblicata sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08/05/2003, che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzioni in zone sismiche" e disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'occorrenza di tali fenomeni andrà valutata con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle categorie individuate dall'ordinanza.
- Il D.G.R. della Regione Lombardia del 30 novembre 2011, n. 9/2616: aggiornamento dei "Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374.
- Il D.G.R. della Regione Lombardia del 11 luglio 2014, n. 10/2129: aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d).

Con il D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. 10/2489, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Con il D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. 10/4144, la Giunta Regionale ha provveduto all'ulteriore differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Dal 10/04/2016, con l'entrata in vigore del D.G.R. n. 10/2129, il comune di Gabbioneta Binanuova viene classificato in **zona 3**.



-Mapa di classificazione sismica dei comuni lombardi-

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

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

Attraverso l'emanazione di successive ordinanze (Ordinanza di protezione civile n° 3379 del 05/11/2004, Ordinanza del P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005, Ordinanza del P.C.M. n° 3452 del 01/08/2005) il termine per l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/2003 è stato prorogato all' 8 ottobre 2005.

Tale scadenza, 8 ottobre 2005, ha visto un ulteriore periodo transitorio per l'applicazione delle norme tecniche di 18 mesi, previsto dalla legge 18 agosto 2005, n° 168, ulteriormente prorogata al 31 dicembre 2007 (legge 26 febbraio 2007, n° 17).

In particolare con l'entrata in vigore della legge n. 31/08 del 28/02/2008, si stabilisce che fino al 30 giugno 2009, in alternativa all'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), è possibile fare riferimento al D.M. 14 settembre 2005 oppure al D.M. 9 gennaio 1996.

A partire dal 01/07/2009 è terminato il periodo transitorio ed è divenuta obbligatoria l'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008.

Dal 20 marzo 2018, con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, vengono applicate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

5. INDAGINI SISMICA

5.1 Introduzione

Nel mese di giugno 2019, all'interno dell'area oggetto di studio, è stata svolta un'indagine sismica con metodo MASW di tipo attivo, con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire dal piano delle fondazioni (V_{SEQ}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio, al D.M. 17/01/18 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") e secondo le direttive della Giunta Regionale della Regione Lombardia contenute nella D.G.R. n. 9/2616 del 30 Novembre 2011, che stabilisce "criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12". Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.



- Ubicazione stendimento MASW-01 -

5.2 Metodo di indagine

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali

permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

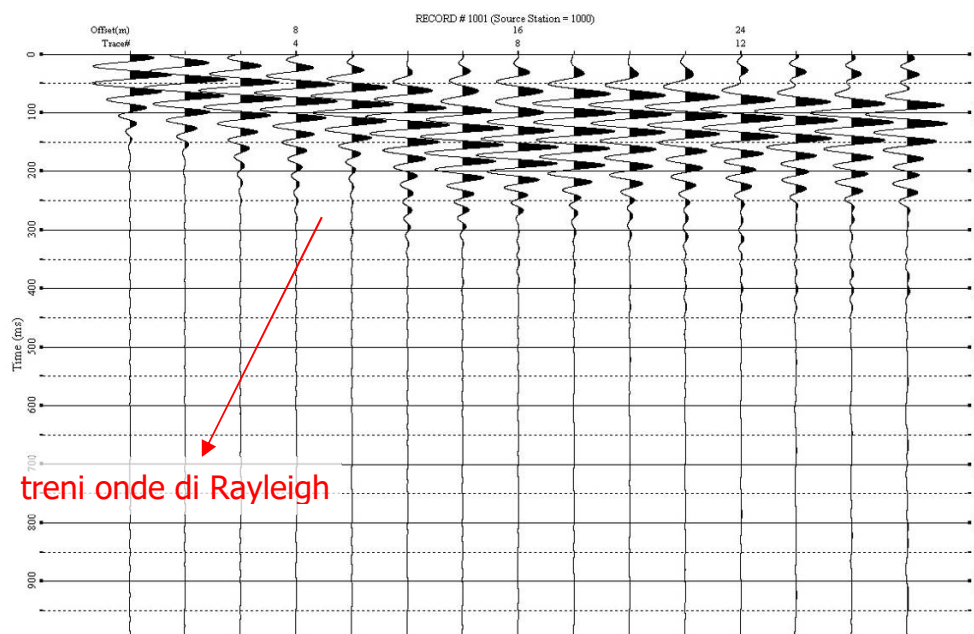
L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un accelerogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Record sismico -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura intergeofonica di 2.0 metri, per una lunghezza totale della linea sismica pari a 46.0 m.

L'energizzazione è stata eseguita a 10, 5 e 2 m dal primo geofono e a 2 m dall'ultimo geofono; inoltre, allo scopo ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei record sismici, sono stati eseguiti più tiri in ogni stazione e, ove ritenuto utile, essi sono stati sommati (stacking).

Il sito di indagine è collocato in un'area scarsamente urbanizzata, dove non si evidenziano particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico.

5.3 Strumentazione

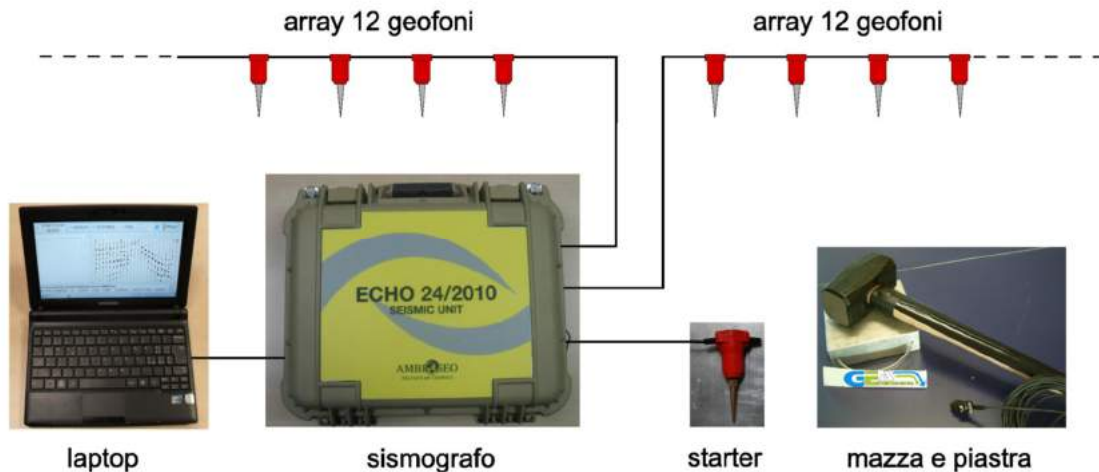
Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16SG24", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4.5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

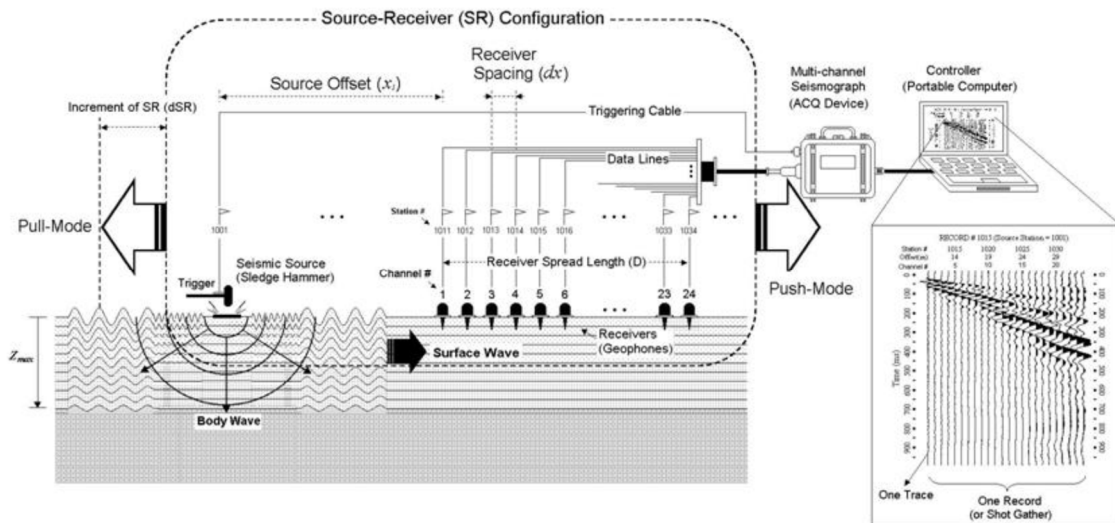
- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;

- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione del record con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori record;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione.

Per l’energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.



- ECHO 24/2010” con due array da 12 geofoni -



- Schema esecuzione MASW -

5.4 Elaborazione

L’elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.3 – EliaSoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il “rumore” ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare l’accelerogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri “passa basso”, “passa alto”, “passa banda”, “taglia banda”, il “muting” e

l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (V_s) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle $V_{s,EQ}$ e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

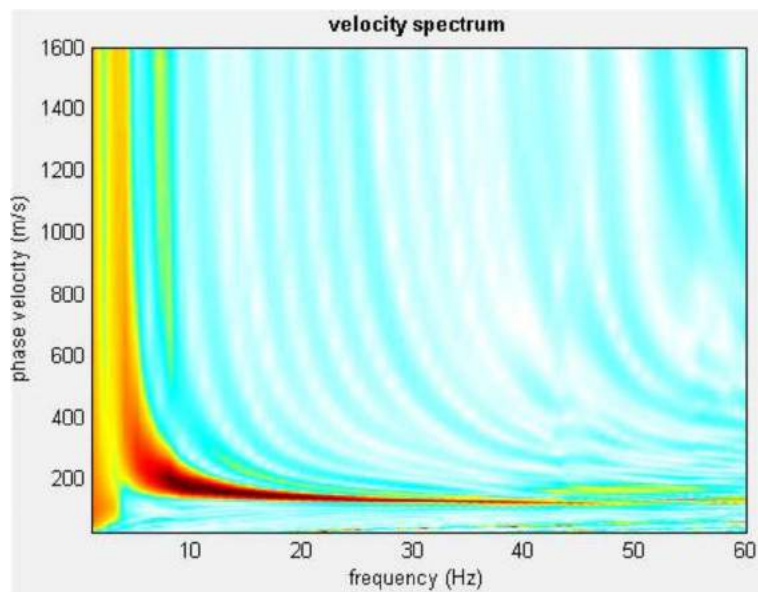
Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

5.5 Risultati

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore $V_{s,EQ}$ per la sezione indagata.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,EQ}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (N.T.C. 2018 3.2.2).

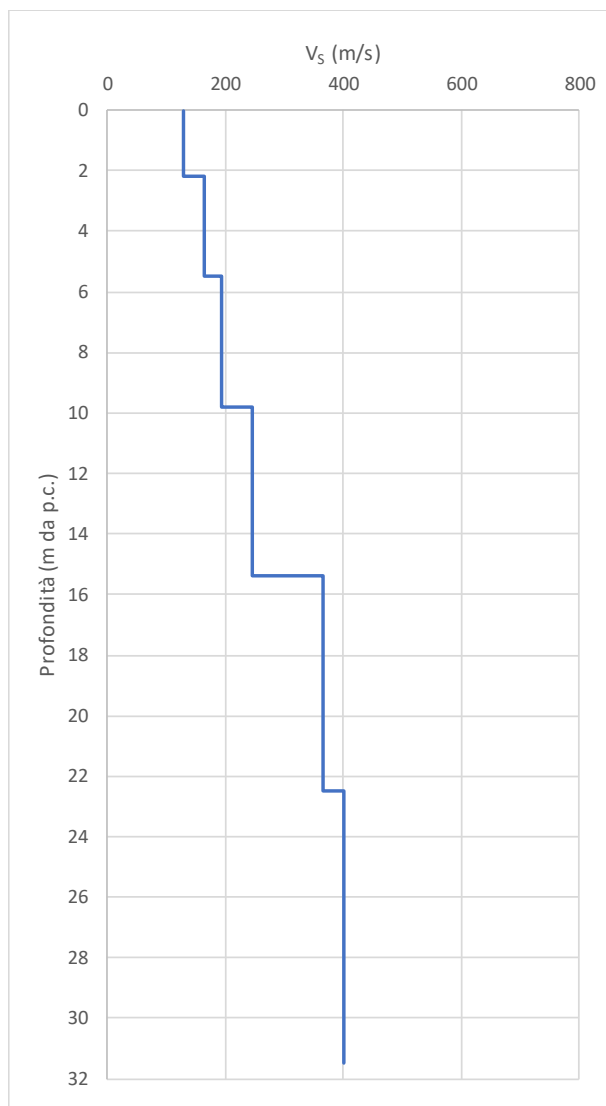
I valori di $V_{s,EQ}$ sono, riferiti ai primi 30 m a partire da piano fondazioni, considerate a -1.50 m da piano campagna.



- Curva di dispersione MASW-01 -

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
-2.2	2.2	131
-5.5	3.3	166
-9.8	4.3	194
-15.4	5.6	245
-22.5	7.1	367
-31.5	9.0	402

- Sismostratigrafia MASW-01-



- Grafico velocità Vs/profondità MASW -

Il valore V_{s30} è 268 m/sec, secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C.

Categoria	Descrizione da D.M. 17/01/2018 - Tabella 3.2.II
C	<i>"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."</i>

- Categoria di sottosuolo -

Descrizione da D.M. 17/01/2018 - Tabella 3.2.V		
Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
→C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

- Espressioni di S_s e C_c -

6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

6.1 Generalità

La verifica dell'eventuale amplificazione sismica è condotta applicando le metodologie geologico-geofisiche indicate dalla Regione Lombardia nella D.G.R. 11 Novembre 2011 n° 9/2616 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12".

Il parametro calcolato per ciascun Comune da Regione Lombardia è riportato in una banca dati e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

Per il Comune di Gabbioneta Binanuovas Regione Lombardia ha assegnato i valori di amplificazione per le diverse categorie di sottosuolo, sotto riportati, in funzione di due intervalli di periodi, di cui quello tra 0.1 e 0.5 s corrisponde indicativamente a fabbricati di altezza inferiore ai 5 piani mentre quello compreso tra 0.5 e 1.5 s è relativo a fabbricati più alti.

INTERVALLO	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO			
(secondi)	B	C	D	E
0.1÷0.5	1.4	1.8	2.1	1.9
0.5÷1.5	1.7	2.3	4.0	3.0

6.2 Procedura Regione Lombardia

1° LIVELLO

Applicando il primo livello d'approfondimento si ricava che l'area in esame è soggetta a possibile amplificazione per effetti litologici in quanto ricadente nello scenario denominato Z4a:

zona PSL Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

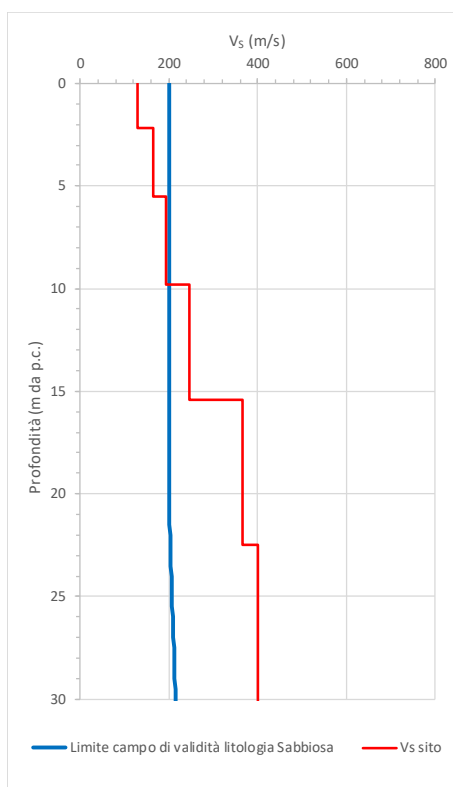
2° LIVELLO

Ricadendo in scenario Z4a la normativa della Regione Lombardia prevede la verifica di 2° livello che si esplica nella verifica del fattore di amplificazione sismica. Il primo passaggio da compiere è quello di controllare la compatibilità dei dati ricavati con l'indagine sismica nel sito di intervento e la corrispondenza, nel campo delle variazioni di velocità con la profondità, delle schede tipo della Regione Lombardia relative ad alcune tipologie di suolo.

A questo punto, scelta la scheda di riferimento, si deve accertare che il valore di amplificazione in sito sia inferiore a quello definito da R.L. Nel caso in esame, come previsto dalla normativa regionale, si è adottata la *scheda dei terreni di litologia sabbiosa*, che ben si associa alla maggior parte dell'andamento delle velocità con la profondità ricavate nel corso delle indagini geofisiche, come si vede nel grafico di seguito riportato.

Di fatto l'indagine geofisica evidenzia nei primi metri da piano fondazione valori di V_s di circa 130 m/s, in progressivo aumento con la profondità fino alla massima profondità ricavata che è di circa -31.50 m da p.c. (30.0 m da piano fondazione).

Di seguito è riportato il grafico dell'andamento delle velocità sismiche da piano fondazione confrontate con la curva caratteristica.



- Andamento Vs scheda litologia sabbiosa Regione Lombardia/MASW-01 -

6.3 Determinazione del periodo di riferimento del sito

La determinazione del periodo di riferimento del sito si ottiene applicando la seguente relazione:

$$T(s) = \frac{4 \times \sum_{i=1,N} h_i}{\frac{\sum_{i=1,N} h_i \times V_{Si}}{\sum_{i=1,N} h_i}}$$

Dove h_i è lo spessore in metri dello strato i -esimo, V_{Si} è la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo e N è il numero di strati.

L'applicazione della relazione implica di conoscere l'andamento delle velocità con la profondità sino a raggiungimento di velocità delle onde di taglio ≥ 800 m/sec. Nel caso in esame non è stato individuato il bedrock sismico fino a circa 31.50 m da p.c., pertanto si è dovuto stimare l'andamento delle velocità in profondità. A tale scopo sono state utilizzate informazioni geologiche tratte da bibliografia oltre a valutare il

trend di incremento della velocità con la profondità, ipotizzando una profondità del bedrock sismico a -100.0 m da p.c.

Considerando che la velocità del primo strato equivalente, di spessore pari a 13.90 m (a partire da piano fondazione), è di circa 198 m/s e che la verifica degli effetti è stata condotta a partire da piano delle fondazioni considerato, si ricava quanto segue:

- Periodo proprio di sito $T = 1.07$ s
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per **periodo $0.1 \div 0.5$ s: $F_a = 1.0$** (soglia comunale categoria C = 1.8 ± 0.1)
- Fattore di amplificazione ricavato dalla scheda litologia sabbiosa per **periodo $0.5 \div 1.5$ s: $F_a = 1.7$** (soglia comunale categoria C = 2.3 ± 0.1)

Tenendo conto di un valore di variabilità di ± 0.1 del valore della soglia comunale, come previsto da normativa regionale, il valore di F_a caratteristico del sito di studio risulta inferiore al valore comunale previsto da Regione Lombardia per la categoria di sottosuolo C sia per il periodo $0.1 \div 0.5$ s che per il periodo $0.5 \div 1.5$ s, pertanto la normativa è da ritenersi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito per entrambi i periodi di riferimento.

7. AZIONE SISMICA

7.1 Introduzione

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e del successivo aggiornamento (D.M. 17/01/2018), la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La normativa prevede la definizione della Pericolosità sismica di base del sito in costruzione in termini di:

- Accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (a_g);
- Spettro di risposta elastico in accelerazione corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (P_{VR}) nel periodo di riferimento (V_R), legate alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (Stati Limite), definiti a partire dai valori dei parametri caratteristici a_g , F_0 e T^*_C (rispettivamente accelerazione orizzontale massima al sito, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Stati Limite		P_{VR} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti denominati "nodi", a ciascuno dei quali sono stati assegnati i valori dei parametri spettrali di cui sopra (a_g , F_0 e T^*_C) per diversi tempi di ritorno dell'azione sismica (T_R), definiti sulla base del periodo di riferimento (V_R) e della probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_{VR}).

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Il periodo di riferimento (V_R) è definito, come prescritto al §2.4.3 delle NTC, in funzione della vita nominale dell'opera in progetto (V_N) e della sua Classe d'uso (a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U):

$$V_R = V_N \times C_U$$

Una volta determinata la pericolosità sismica di base, legata essenzialmente all'ubicazione del sito oggetto di studio sul territorio nazionale e sulle caratteristiche dell'opera in progetto, la normativa prevede la definizione dell'azione sismica di progetto in termini di massima accelerazione al suolo attesa (a_{MAX}) e spettro di accelerazione di progetto, mediante la valutazione di eventuali effetti di amplificazione stratigrafica (S_s e C_c) e topografica (S_T) del moto sismico in corrispondenza del sito in oggetto di studio, secondo quanto riportato al § 3.2.2 della normativa stessa.

CATEGORIE E COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA			
Cat. Strat.	Descrizione	S_s	C_c
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.</i>	1.00	1.00
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.20$	$1.1 \times (T^* C)^{-0.20}$
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \times (T^* C)^{-0.33}$
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100 m/s e 180 m/s.</i>	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.80$	$1.25 \times (T^* C)^{-0.50}$
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \times F_0 \times a_g / g \leq 1.60$	$1.15 \times (T^* C)^{-0.40}$

- Categoria e coefficienti di amplificazione stratigrafica – NTC2018-

Cat. Topo.	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

- Categoria e coefficienti di amplificazione topografica – NTC2018-

In definitiva, per ogni probabilità di superamento del periodo di riferimento, il valore dell'accelerazione massima attesa al suolo è ricavato dalla seguente equazione:

$$a_{MAX} = a_g \times S_s \times S_c$$

7.2 Pericolosità sismica di base

La definizione dei parametri sismici di progetto è stata eseguita, direttamente per il sito in esame, a partire dai parametri fondamentali per l'opera in progetto. Sulla base delle caratteristiche dell'opera, sono stati scelti i seguenti parametri:

Tipo di costruzione: Categoria 2 Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

Vita nominale (VN): 50 anni Funzione del tipo di costruzione

Classe d'uso:	II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Coefficiente C_U :	1.0	Funzione della classe d'uso

Periodo di riferimento (V_R): 50 anni

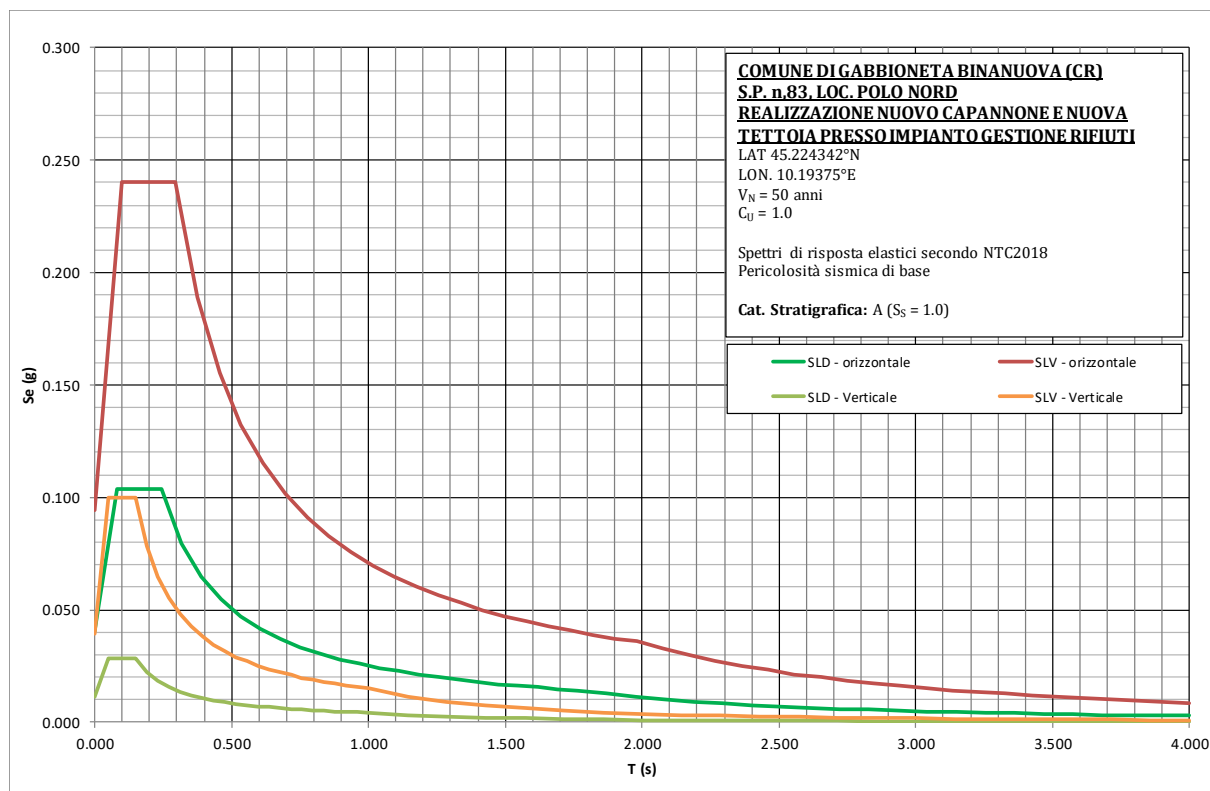
I parametri di pericolosità sismica di base sono stati elaborati a partire dalle coordinate del sito di riferimento:

- Sito in esame: S.P. 83, loc. Polo Nord – Gabbioneta Binanuova (CR)
- Latitudine: 45.224342°
- Longitudine: 10.193758°

Sulla base di tali parametri di ingresso si ottengono i seguenti valori di pericolosità sismica di base:

PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA	u.m.	STATO LIMITE			
		SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento (P_{VR})	%	81	63	10	5
Tempo di ritorno (T_R)	anni	30	50	475	975
Accelerazione orizzontale massima attesa (su suolo rigido) (a_g)	g	0.033	0.041	0.095	0.125
Valore massimo fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0)	-	2.535	2.555	2.541	2.524
Tempo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*_c)	s	0.211	0.242	0.294	0.293

Nella figura seguente vengono riportati gli spettri elastici di base (su suolo rigido) orizzontale e verticale (NTC2018) relativi allo stato limite di danno (SLD) e allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).



- Spettri di risposta elastici su suolo rigido - NTC2018-

7.3 Azione sismica di progetto

L'azione sismica di progetto è stata calcolata, secondo quanto prescritto nella normativa di riferimento (NTC2018), valutando le amplificazioni stratigrafiche e le amplificazioni topografiche specifiche del sito oggetto di studio.

- Categoria topografica: definita sulla base delle osservazioni effettuate in sito e sulle informazioni riportate sul PGT del Comune di Gabbioneta Binanuova in relazione all'area oggetto di studio.

Categoria topografica: T1
(superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°)

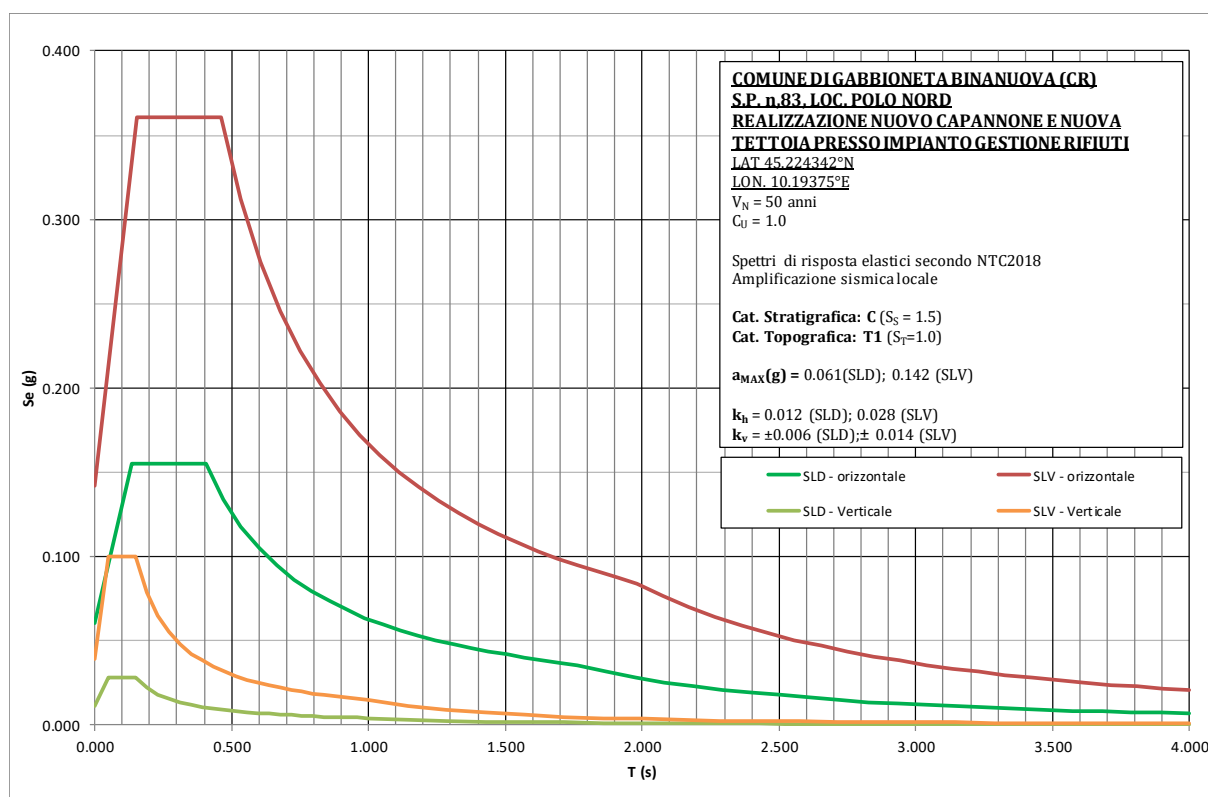
- Categoria stratigrafica: definita sulla base dei risultati delle indagini geofisiche eseguite e dello studio dell'amplificazione sismica locale secondo la normativa regionale (§5, §6).

Categoria di sottosuolo: C
<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>

In definitiva, sulla base di tutte le considerazioni di cui sopra, i parametri sismici di progetto risultano:

PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA DI PROGETTO	u.m.	STATO LIMITE			
		SLO	SLD	SLV	SLC
Coefficiente topografico (S_T)	-	1.000	1.000	1.000	1.000
Coefficiente stratigrafico (S_S)	-	1.500	1.500	1.500	1.500
Coefficiente di modifica del periodo (C_e)	-	1.756	1.677	1.572	1.574
Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto ($a_{MAX}(g)$)	g	0.050	0.061	0.142	0.187
Accelerazione orizzontale massima attesa di progetto (a_{MAX})	m/s^2	0.491	0.596	1.393	1.837
Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa (β_s)	-	0.20	0.20	0.20	0.24
Coefficiente sismico orizzontale (k_H)	-	0.010	0.012	0.028	0.045
Coefficiente sismico verticale (k_V)	-	0.005	0.006	0.014	0.022

Nella figura seguente vengono riportati gli spettri elastici di progetto orizzontale e verticale (NTC2018), relativi allo stato limite di danno (SLD) e allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).



- Spettri di risposta elastici di progetto - NTC2018-

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC2018:

- Nei confronti di tutti gli Stati Limite Ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).
- Nei confronti di tutti gli Stati Limite di Esercizio (SLE) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Danno (SLD).

8. INDAGINE GEOGNOSTICA

La necessità di acquisire validi e significativi dati geotecnici, circa le caratteristiche del sottosuolo, ha suggerito l'esecuzione di un'indagine geognostica specifica; essa è consistita nell'esecuzione complessiva di n.6 sondaggi, a carotaggio continuo, verticali, spinti sino a una profondità compresa fra -2.00 m da p.c. e -4.00 m da p.c. e n.9 prove penetrometriche dinamiche di tipo super-pesante (DPSH), spinte sino a una profondità comprese fra -0.90 m da p.c. e -15.00 m da p.c.

Negli allegati specifici annessi al presente documento, sono riportate le ubicazioni dei sondaggi e delle prove, le stratigrafie con i relativi report fotografici, le tabelle e i diagrammi di sintesi dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche.

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente descritte le lavorazioni effettuate.

8.1 Sondaggi geognostici

Le perforazioni sono state eseguite con sonda autocarrata a rotazione, modello PX850, montata su Mercedes Unimog U500, secondo quanto prescritto nelle raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (AGI, 1977).

La rotazione è fornita da mandrino montato nella parte superiore dell'antenna, il tiro e la spinta sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena; la morsa è di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico. Il controllo della verticalità è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone, con controllo tramite livella a bolla posta nella parte posteriore.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento della perforazione e per il prelievo di campioni indisturbati sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2" 3/8 $\varnothing_{EST}=76$ mm, L=1.50÷3.00 m;
- Tubi di rivestimento $\varnothing_{EST}=127$ mm, L=1.50 m;
- Carotiere "semplice" con valvola in testa a sfera a calice $\varnothing_{EST}=101$ mm, L=1.50÷3.00 m;
- Pompa centrifuga con pressione di iniezione massima pari a 40 bar e portata massima pari a 200 l/min;
- Corone in widia;

Le perforazioni sono state eseguite completamente a secco, il fluido di circolazione, costituito da acqua additivata con polimero biodegradabile, è stato utilizzato unicamente per le fasi di posa delle tubazioni di rivestimento provvisorio.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5.0 m), ognuna siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, l'intervallo di profondità, la profondità di prelievo dei campioni, la profondità di esecuzione delle prove geotecniche in situ, il committente e la data di perforazione.

Le cassette catalogatrici, una volta riempite, sono state fotografate e descritte da geologo abilitato.

Al termine delle operazioni di perforazione tutti i fori sono stati ritombati con materiale di risulta della perforazione additivato con miscela acqua cemento in rapporto 1:1.

8.3 Prove penetrometriche dinamiche tipo super pesante (DPSH)

8.3.1 Generalità

Durante la campagna di indagini sono state eseguite n.9 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro super pesante (DPSH), realizzate secondo le procedure ISSMF del 1998 e in conformità alle attuali norme A.G.I. Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infissione verticale all'interno del terreno, di una punta conica avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante.

L'infissione della batteria di aste può essere eventualmente alternata all'infissione di una batteria di rivestimento esterna, dotata all'estremità inferiore di una scarpa tagliente.

Durante la prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di un tratto di 30.0 cm della punta ed alternativamente del rivestimento (se utilizzato).

La prova si considera a rifiuto nel caso in cui il numero di colpi necessario all'infissione della punta di 30 cm è superiore a 100.

La buona diffusione di questo tipo di prova, applicabile in tutti i tipi di deposito (granulari e coesivi), e la sua standardizzazione, consentono di ottenere una valutazione qualitativa del grado di addensamento o di consistenza dei terreni attraversati, nonché un'identificazione attendibile dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

I parametri geotecnici del terreno di fondazione possono essere ricavati da relazioni empiriche proposte da vari autori correlando il numero di colpi del penetrometro con quelli della prova SPT, oppure correlando la resistenza dinamica R_{pd} alla resistenza alla punta q_c ottenuta con le prove penetrometriche statiche CPT.

Le prove sono state eseguite con penetrometro statico/dinamico Pagani TG 73-100 KN da 10 ton, cingolato.

8.3.2 Attrezzatura

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove, oltre al penetrometro di cui sopra, è costituita da:

- Aste $\varnothing 32-34$ mm, $L=0.90$ m, peso 4.6 kg/m;
- Punta conica $\varnothing 50.8$ mm, angolo di apertura pari a 60° , area pari a 20.27 cm²;
- Tubi metallici di rivestimento $\varnothing_{EST}=48$ mm, peso 5.3 kg/m;
- Scarpa tagliente per colonna di rivestimento;
- Dispositivo di infissione della punta dotato di dispositivo di sganciamento automatico, costituito da un maglio di peso pari a 73 kg che cade liberamente da un'altezza costante di 0.75 m, e da una testa di battuta avvitata alla sommità della batteria di aste (lavoro specifico per eseguito pari a 234 kJ/m²);
- Dispositivo conta colpi analogico;

8.3.3 Elaborazione dei risultati

Al fine di garantire l'uniformità dei risultati di prove eseguite con diverse attrezzature, per ogni passo di infissione della punta (di spessore pari a 30 cm), viene calcolata la resistenza alla penetrazione dinamica (Rpd), mediante la seguente formulazione (Formulazione Olandese):

$$R_{pd} = \frac{M^2 \times H}{A \times e \times (M + P)}$$

Dove:

- M (kg): massa del maglio;
- H (cm): altezza di caduta del maglio;
- A (cm²): area della sezione trasversale della punta;
- e (cm): infissione media per colpo ($e = \delta / N$);
- δ (cm): avanzamento della punta (in questo caso 0.30 m);
- N (-): numero di colpi necessario alla penetrazione della punta di un tratto di lunghezza standard (in questo caso N₃₀);
- P (kg): peso totale aste e sistema di battuta.

Nell'allegato specifico sono riportati i tabulati dei risultati ottenuti da ogni singola prova e i grafici dell'andamento di N₃₀ e Rpd con la profondità.

8.3.4 Parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche dinamiche

I parametri geotecnici dei terreni interessati dalle prove sono stati ricavati suddividendo i depositi investigati in livelli caratterizzati da valori di N₃₀ relativamente costanti; per ogni livello è stato calcolato il valore di N_{SPT} equivalente ottenuto dalla seguente formulazione:

$$N_{SPT,EQ} = \beta_T \times N$$

Dove:

- N_{SPT,EQ} (-): numero di colpi da prova SPT equivalenti al numero di colpi da prova penetrometrica dinamica (N);
- β_T (-): rapporto fra energia specifica per colpo da prova penetrometrica dinamica (Q) e da prova penetrometrica SPT (Q_{SPT});

$$\beta_T = \frac{Q}{Q_{SPT}} \qquad Q = \frac{M \times H}{A \times \delta} \qquad Q_{SPT} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$$

Dai valori di N_{SPT,EQ} ottenuti sono stati successivamente ricavati i valori di N_{SPT,EQ} normalizzati (N_{1(60),EQ}), e calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati definiti, utilizzando le correlazioni empiriche di seguito riportate.

- Densità relativa: determinata secondo le formulazioni proposte da Terzaghi & Peck (1967) e da Yoshida & Kokusho (1988);

- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Peck, Hansaon & Thornburn (1974) e da Meyerhof (1956).
- Coesione non drenata: determinata utilizzando le correlazioni proposte da Terzaghi & Peck (1948) e da Sivrikay & Togol (2007)
- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Tornaghi et Al. e da Bowles (1987);
- Modulo di deformazione drenato al 25%: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Jamiolkowsky (1988) e da Stroud (1989);
- Modulo di deformazione non drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1987) e da Kulhawy & Mayne (1990).

Nell'allegato specifico sono riportati i parametri geotecnici desunti dalla prova eseguita.

9. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Possono essere suscettibili a liquefazione i depositi che presentano le seguenti caratteristiche:

- Granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente da 0 a 25%.
- Si trovano sotto falda.
- Sono da poco a mediamente addensati.
- Si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 m).

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche, è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti soprastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Nel terreno si possono quindi generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento, costituita, ad una data profondità, dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua. I metodi di calcolo permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, data dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T). Si avrà:

$$F_s = R/T.$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1. La grandezza T dipende dai parametri del sisma; R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica a rifrazione.

In ogni caso la verifica alla liquefazione può essere esclusa quando 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 (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositati 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 (Standard

Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

Alla luce di quanto sopra esposto, nel caso specifico, tenendo conto delle caratteristiche litostratigrafiche, del grado di addensamento dei depositi e dell'input sismico di riferimento, il rischio che si verifichi una forte riduzione della resistenza al taglio (liquefazione) è estremamente basso.

10. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Si ritiene che i risultati dell'indagine siano sufficientemente esaustivi e rappresentativi, tali da permettere una caratterizzazione litologico-geotecnica del terreno indagato in relazione alla tipologia costruttiva in progetto. I terreni in oggetto, dal punto di vista stratigrafico, si presentano piuttosto omogenei anche se non mancano eterogeneità sia in senso verticale che orizzontale con passaggi laterali ed eteropie e, variazioni nel grado di addensamento.

Nell'area interessata dalla nuova tettoia, al di sotto di uno strato di terreno di riporto di spessore compreso fra xx e xx m, costituito da sabbia e ghiaia, localmente debolmente limosa, sono presenti depositi di natura fluvio-glaciale/fluviale costituiti da sabbie da medie a fini, da debolmente limose a limose, localmente debolmente ghiaiose, fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini eseguite, con intercalazioni di livelli decimetrici più o meno continui lateralmente, costituiti da di argille da limosa e con limo, localmente debolmente sabbiose.

Nell'area interessata dalla realizzazione del nuovo capannone, al di sotto di uno strato di argilla da limosa a debolmente limosa, localmente da sabbiosa a debolmente sabbiosa, di spessore compreso fra 1.50 m e 2.70 m, sono presenti depositi fluviali limoso argillosi, da debolmente sabbiosi a sabbiosi, fino a una profondità variabile fra -3.00 m da p.c. e -3.90 m da p.c., seguiti da depositi di natura fluvio-glaciale/fluviale, costituiti da sabbie da medie a fini, da con limo a limose, passanti a profondità comprese fra -5.70 m da p.c. e -7.50 m da p.c. a sabbie medio grossolane, debolmente ghiaiose, localmente ghiaiose, localmente debolmente limose.

Durante l'esecuzione delle indagini, è stata osservata la presenza di falda acquifera a circa -3.0 m da p.c., in accordo con quanto specificato nei documenti del P.G.T. comunale.

La successione stratigrafica, espressa in termini di unità geotecniche, sulla base delle informazioni desunte dalle indagini eseguite, può essere sintetizzata come di seguito riportato:

UNITA' GEOTECNICA A

- Argilla da limosa a debolmente limosa, localmente debolmente sabbiosa.
- Profondità: da 0.00 m a -1.50÷-2.70 m da p.c.
- $N_{SPT}=1-2$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.89$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.04$
<i>Coesione non drenata (kg/cmq)</i>	$c_U = 0.06-0.11$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E_U = 25-30$

UNITA' GEOTECNICA B

- Argilla con limo, da debolmente sabbiosa a sabbiosa
- Profondità: da -1.50÷-2.70 m da p.c. a -3.00÷-3.90 m da p.c.
- $N_{SPT}=3-4$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.89$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.04$
<i>Coesione non drenata (kg/cmq)</i>	$c_U = 0.19-0.29$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E_U = 30-40$

UNITA' GEOTECNICA C

- Sabbie da medie a fini, da con limo a limose
- Profondità: da -3.00÷-3.90 m da p.c.a -5.70÷-7.50 m da p.c.
- $N_{SPT}=6-10$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.94$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 32-39$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 28-29$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E' = 160-210$

UNITA' GEOTECNICA D

- Sabbie medie, limose, localmente debolmente limose
- Profondità: da -5.70÷-7.50 m da p.c.a -9.00÷-10.20 m da p.c.
- $N_{SPT}=11-15$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.94$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 40-49$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 30-31$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E' = 240-280$

UNITA' GEOTECNICA E

- Sabbie medio grossolane, debolmente ghiaiose, localmente ghiaiose, localmente debolmente limose.
- Profondità: da -9.00÷-10.20 m da p.c. a -15.00 m da p.c.

UNITA' GEOTECNICA E1

- Depositi mediamente addensati
- $N_{SPT}=18-20$

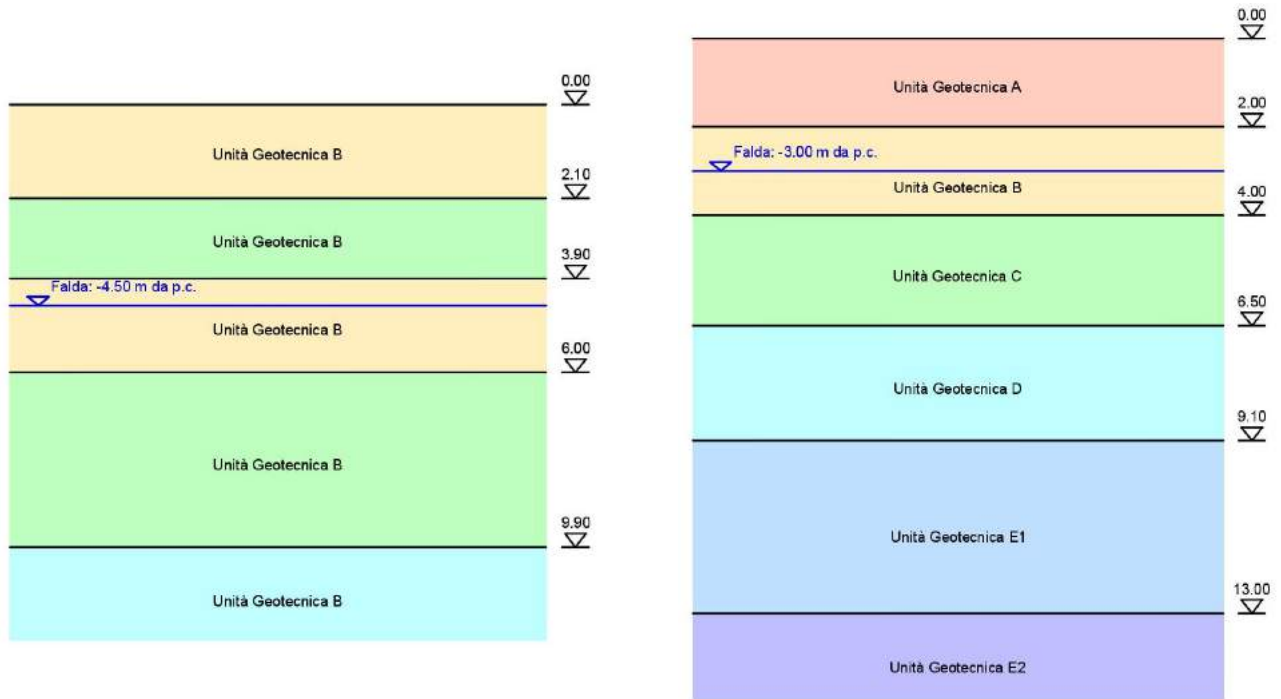
<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.94$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 45-50$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 30-31$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E' = 290-320$

UNITA' GEOTECNICA E2

- Depositi molto addensati
- $N_{SPT}=26-31$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.94$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 40-49$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 58-63$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E' = 360-400$

Nelle figure seguenti vengono riportati in forma grafica i modelli geotecniche definiti per le due aree di intervento.



- Modelli geotecnici per l'area in esame: nuova tettoia (a sx), nuovo capannone (a dx)-

Alla luce di quanto sopra esposto è ragionevole estrapolare i dati ottenuti dall'indagine puntuale all'intero volume d terreno di fondazione secondo quanto riportato nelle sezioni geotecniche (riportate nell'allegato specifico), facendo cautelativamente riferimento, in sede di verifiche geotecniche, ai parametri mediamente più bassi delle unità sopra definite.

11. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

La presente relazione è stata redatta al fine di valutare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche geotecniche e sismiche di un'area ubicata nel comune di Gabbioneta Binanuova, località Polo Nord, interessata dalla realizzazione di un nuovo capannone e di una nuova tettoia presso l'impianto di gestione rifiuti.

A tal fine, per verificare la natura dei terreni presenti nei primi metri di sottosuolo in corrispondenza dell'area, sono stati eseguiti n.5 sondaggi ambientali a carotaggio continuo, verticali, spinti sino a profondità comprese fra -2.00 m da p.c. e -4.00 m da p.c., n.9 prove penetrometriche dinamiche di tipo superpesante (DPSH), spinte sino a profondità comprese fra -0.90 m da p.c. e -15.00 m da p.c. e n.1 stesa sismica con metodo MASW.

La definizione della categoria di sottosuolo per il calcolo dei parametri sismici sito-specifici è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalla prova geofisica effettuata (MASW) e dall'analisi di secondo livello prescritta da Regione Lombardia.

Tali indagini hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto di uno strato di materiale di riporto ghiaioso sabbioso debolmente limoso, di depositi fluvio-glaciali/fluviali costituiti da terreni sabbiosi, da debolmente limosi a limosi, localmente debolmente ghiaiosi, caratterizzati dalla presenza di locali livelli decimetrici, localmente metrici, di argilla limosa e limo con argilla, debolmente sabbioso.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti e delle indagini realizzate nell'area in oggetto si traggono le seguenti conclusioni:

- La geomorfologia dell'area, limitatamente alla zona interessata dagli interventi, risulta esente da fenomeni in rapida evoluzione geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi e la buona riuscita delle opere in progetto.
- Il livello piezometrico della prima falda all'atto delle indagini (luglio 2019) è stato rinvenuto alla profondità di circa -3.00 m da p.c., in accordo con le informazioni estrapolate dal PGT del Comune di Gabbioneta Binanuova.
- Sulla base dell'indagine sismica eseguita il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità da piano fondazioni (V_{seq}) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 268 m/s, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.
- L'analisi di 2° livello per l'amplificazione sismica di sito eseguita utilizzando il metodo Regione Lombardia ha fornito, relativamente al periodo 0.1÷0.5 sec e 0.5÷0.15 sec, un Fa di sito rispettivamente pari a 1.0 e 1.7, entrambi inferiori ai corrispettivi valori di soglia comunale (rispettivamente pari a 1.8 e 2.3); si potrà quindi applicare lo spettro previsto da normativa per la categoria di sottosuolo C.

- L'accelerazione sismica massima attesa nell'area di studio (a_{max}) per lo Stato Limite di Vita (SLV), definita a partire dalla pericolosità sismica di base sito specifica e dai parametri sismici di progetto, risulta pari a 1.393 m/s². I corrispondenti coefficienti verticale e orizzontale per le fondazioni sono rispettivamente: $K_h = 0.028$ e $K_v = \pm 0.014$.
- Sulla base dei risultati dell'indagine geognostica svolta, si consiglia di non posare il piano di fondazione dei nuovi edifici in progetto sui terreni appartenenti alle unità Geotecniche A e B, caratterizzate da parametri di resistenza e deformabilità mediocri, di conseguenza per la nuova tettoia si consiglia di impostare il piano di fondazione a -2.10 m da p.c., mentre per il nuovo capannone a -4.00 m da p.c.; questa soluzione progettuale permetterà di avere cedimenti differenziali nelle strutture di nuova realizzazione.
- In fase esecutiva, dato il carattere puntuale dei dati forniti dalle indagini, sarà comunque opportuno verificare la rispondenza delle condizioni locali con le caratteristiche litologiche ed idrogeologiche indicate nella presente relazione; nel caso di mancata rispondenza si consiglia la sospensione dei lavori e la tempestiva comunicazione agli scriventi. Nell'eventualità anche le condizioni geotecniche e quindi di stabilità dei depositi dovranno essere rivedute e corrette.

Carpenedolo (BS), 02/09/2019

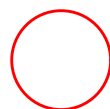
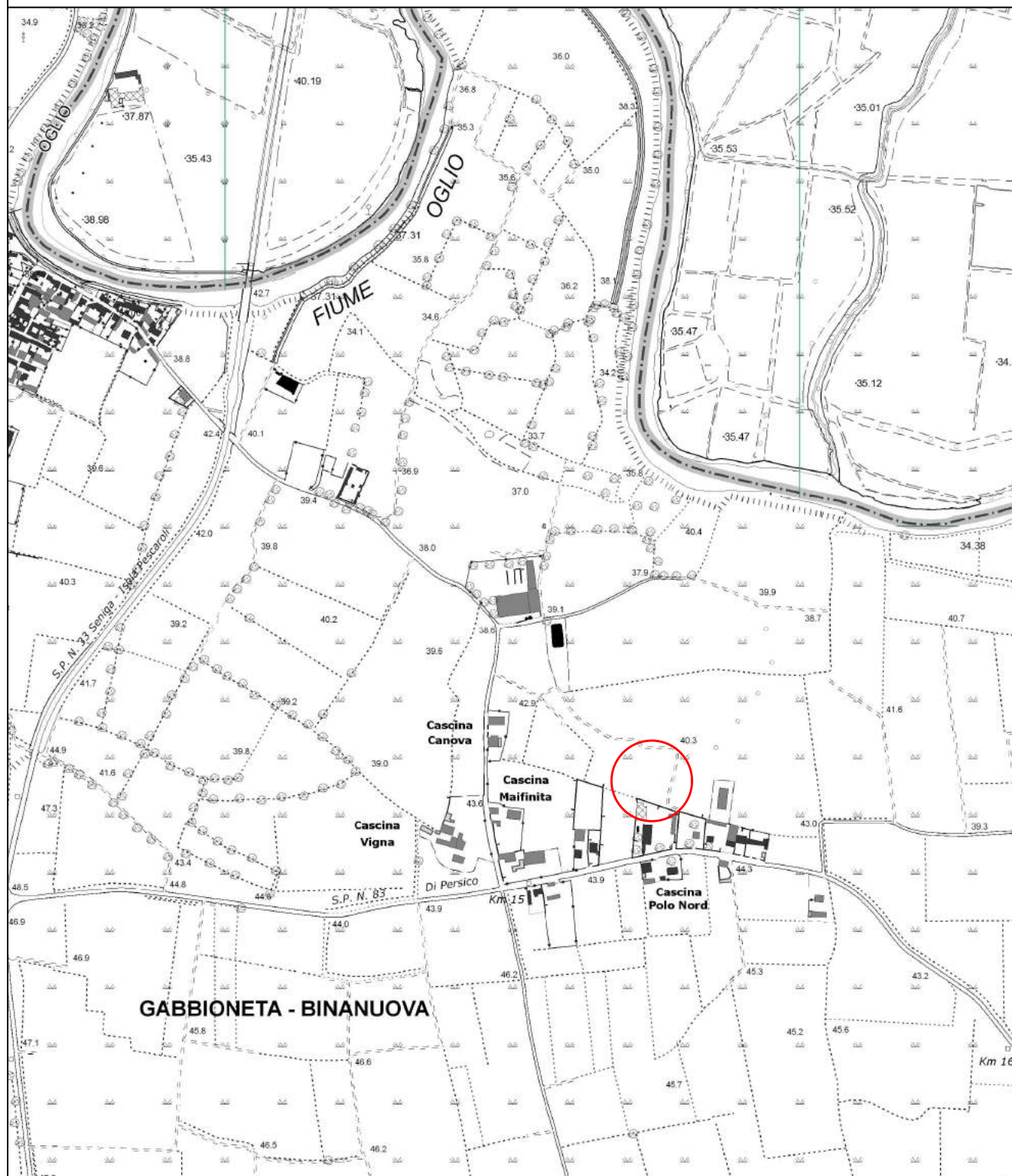
Il geologo



ALLEGATI

Provincia di CREMONA
Comune di GABBIONETA BINANUOVA (CR)
REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA TETTOIA
PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI

Sez. C.T.R. D7b3
Base cartografica Carta Tecnico Regionale Lombardia
(C.T.R. R.L.) scala 1:10.000



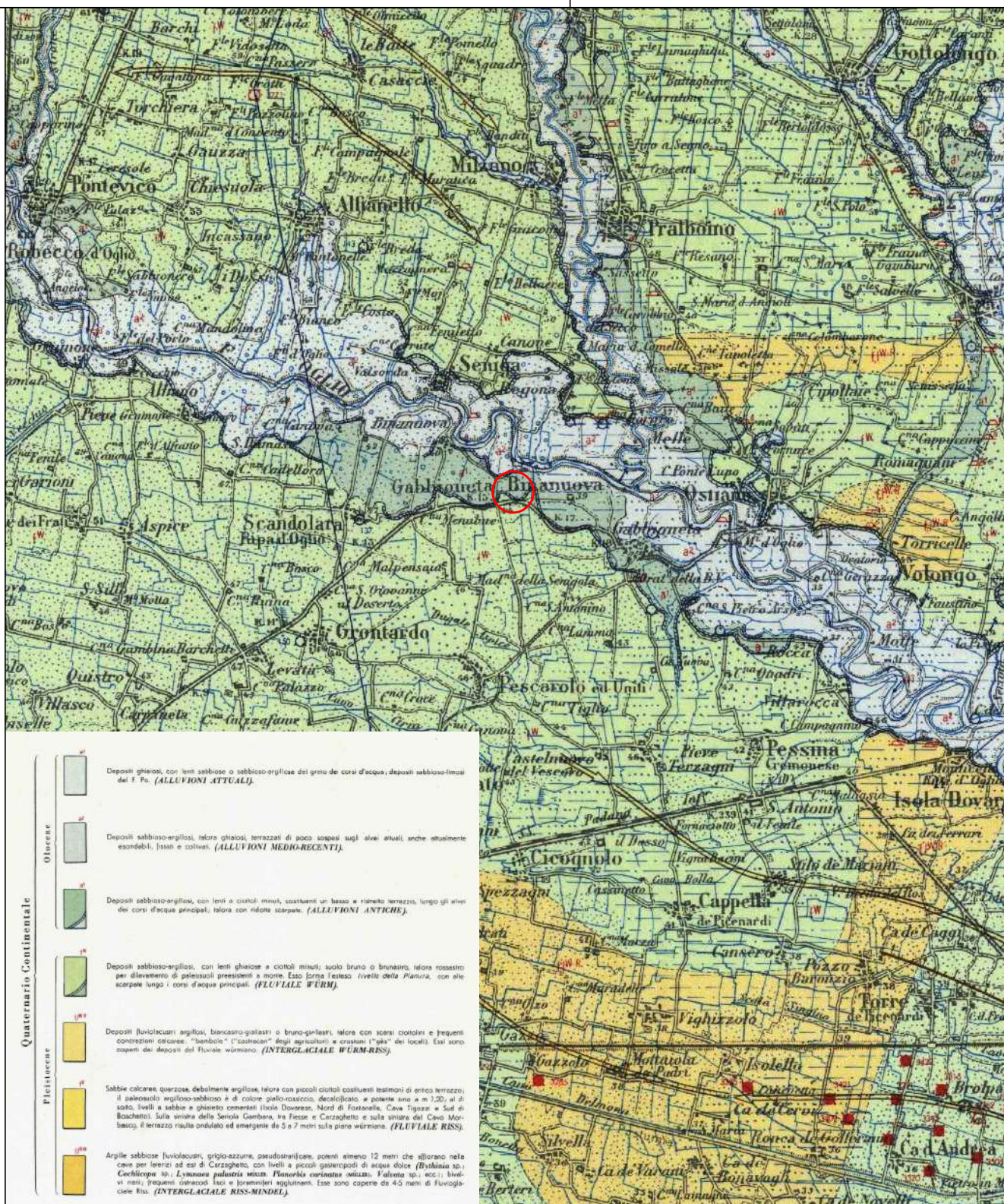
UBICAZIONE AREA DI INTERESSE

NORD



Provincia di CREMONA
Comune di GABBIONETA BINANUOVA (CR)
REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA TETTOIA
PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI

Foglio 61 - CREMONA (stralcio)
Base cartografica Carta Geologica d'Italia
scala 1:100.000

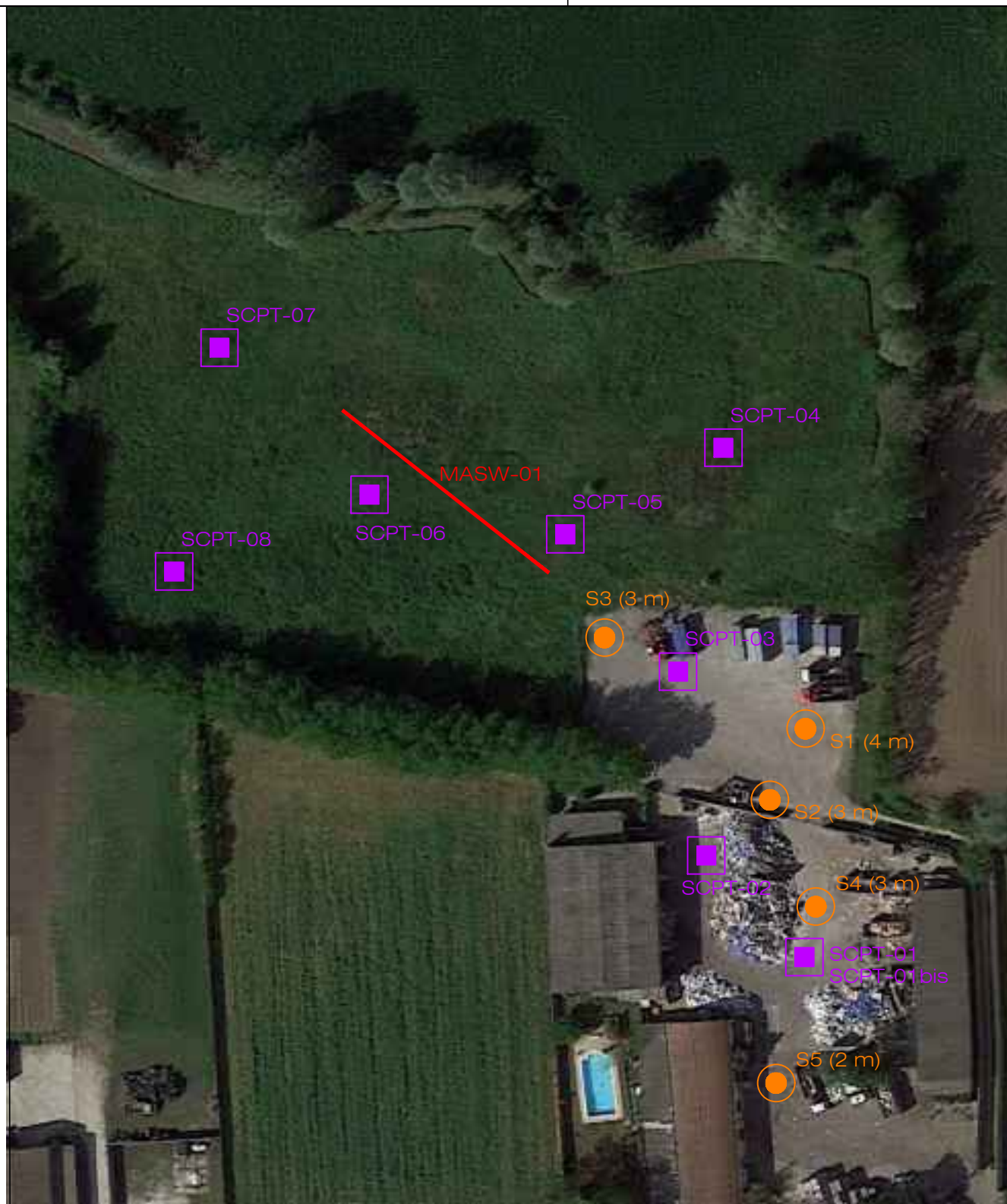


Area di interesse

NORD



Provincia di CREMONA
Comune di GABBIONETA BINANUOVA (CR)
REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA TETTOIA
PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI



S1 (4 m)



Sondaggi geognostici
(fra parentesi è indicata la profondità)

SCPT-01



Prove penetrometriche dinamiche
di tipo super-pesante (DPSH)

MASW-01

Prospezione sismica con
metodo MASW

NORD



Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA
TETTOIA PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11a
GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

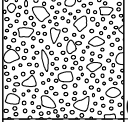
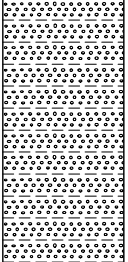
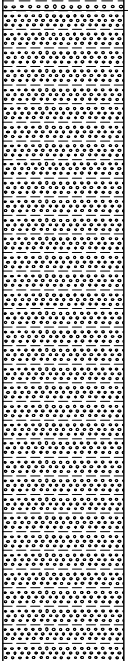
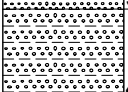
Stratigrafie sondaggi

Committente: ECONORD AMBIENTE S.R.L.	Sondaggio: S1
Riferimento: Gabbioneta Binanuova (CR)	Data: 12.06.2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :25

STRATIGRAFIA - S1

Pagina 1/1

ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
				0,4	0,4	Materiale di riporto costituito da sabbia e ghiaia, localmente ghiaia sabbiosa, colore beige-bianco, debolmente umida. Clasti poligenici da alterati a mediamente alterati, da sub-angolosi a sub-arrotondati, sfericità medio-bassa, Dmax=50 mm, Dmed=10-20 mm. Presenza di materiale antropico (laterizi) a 0.05 m e a 1.10 m, Dmax=55 mm.
		1		1,5	1,1	Sabbia limosa, rara ghiaia (20 mm), colore da marrone-beige, da debolmente umida a umida. Presenza di resti di origine antropica (laterizi), Dmax=15 mm.
		2		3,7	2,3	Sabbia limosa, colore beige-marrone chiaro, molto umida.
101		4		4,0	0,3	


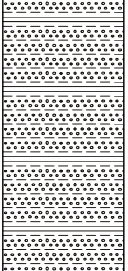
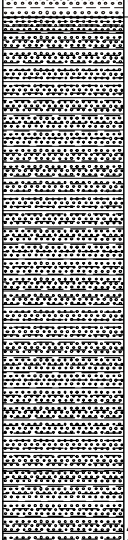
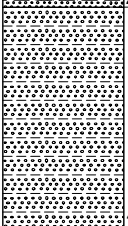
Foro ritombato con materiale di risulta addittivato a miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Committente: ECONORD AMBIENTE S.R.L.	Sondaggio: S2
Riferimento: Gabbioneta Binanuova (CR)	Data: 12.06.2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

STRATIGRAFIA

SCALA 1 :20

Pagina 1/1

ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
				0,2	0,2	Materiale di riporto costituito da ghiaia sabbiosa, colore beige-bruno, localmente bianco, debolmente umido. Clasti poligenici mediamente alterati, da sub-angolosi a sub-arrotondati, sfericità bassa, Dmax=40 mm, Dmed=10-20 mm.
		1		1,0	0,8	Sabbia limosa, debolmente argillosa, colore marrone-bruno, umida.
		2		2,4	1,4	Sabbia debolmente limosa, localmente debolmente argillosa, rara ghiaia (50 mm), colore marrone-arancione, umida.
101		3		3,0	0,6	Sabbia debolmente limosa, rara ghiaia (50 mm) colore beige, umida.

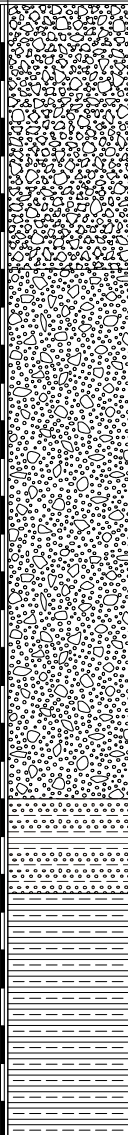
Foro ritombato con materiale di risulta addittivato a miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Committente: ECONORD AMBIENTE S.R.L.	Sondaggio: S3
Riferimento: Gabbioneta Binanuova (CR)	Data: 12.06.2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :20

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
						<p>Materiale di riporto costituito da ghiaia sabbiosa a sabbia e ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, colore marrone-grigio, da umido a debolmente umido. Clasti poligenici mediamente alterati ad alterati, da sub-angolosi a sub-arrotondati, sfericità bassa, localmente media, Dmax=60 mm, Dmed=10-20 mm.</p>
		1		0,7	0,7	<p>Ghiaia sabbiosa, localmente con sabbia, localmente debolmente limosa, colore grigio scuro-verdastro, da umida a molto umida. Clasti poligenici debolmente alterati, sub-arrotondati, localmente sub-angolosi, sfericità media, localmente medio-alta, Dmax=45 mm, Dmed=15-25 mm. Presenza di resti di origine antropica (laterizi), Dmax=20 mm.</p>
		2		2,1	1,4	<p>Sabbia limosa, localmente debolmente argillosa, colore beige-giallastro, molto umida.</p>
				2,4	0,3	<p>Argilla limosa, colore beige con screziature arancioni, molto umida.</p>
101		3		3,0	0,7	

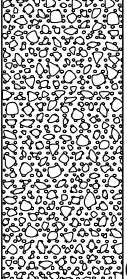
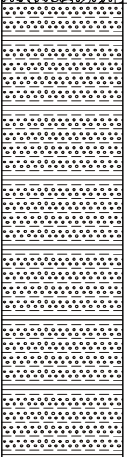
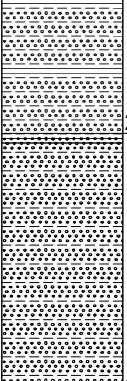
Foro ritombato con materiale di risulta addittivato a miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Committente: ECONORD AMBIENTE S.R.L.	Sondaggio: S4
Riferimento: Gabbioneta Binanuova (CR)	Data: 12.06.2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :20

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

o mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
				0,8	0,8	Materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia, localmente ghiaia sabbiosa, rari ciottoli (80 mm), colore da grigio scuro a grigio, da umido a debolmente umido. Clasti poligenici mediamente alterati, da sub-angolosi a sub-arrotondati, sfericità bassa, Dmax=50 mm, Dmed=20-30 mm. Presenza di resti di origine antropica (laterizi), Dmax=20 mm.
		1		2,3	1,6	Sabbia debolmente limosa, localmente limosa, rara ghiaia (40 mm), colore marrone-bruno, con sfumature colore grigio chiaro, umida.
101	3			3,0	0,7	Sabbia debolmente limosa, colore beige con sfumature bianche, umida.

Foro ritombato con materiale di risulta addittivato a miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Committente: ECONORD AMBIENTE S.R.L.	Sondaggio: S5
Riferimento: Gabbioneta Binanuova (CR)	Data: 12.06.2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :20

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
				0,2	0,2	Materiale di riporto costituito da ghiaia ciottolosa, sabbiosa, colore da grigio, debolmente umido. Clasti poligenici mediamente alterati, sub-arrotondati, sfericità bassa, Dmax=70 mm, Dmed=20-30 mm.
						Sabbia limosa, debolmente ghiaiosa, colore da bruno a marrone, umida. Clasti poligenici mediamente alterati, sub-arrotondati, sfericità bassa, Dmax=60 mm, Dmed=20-30 mm.
		1		1,0	0,8	
						Sabbia debolmente limosa, debolmente ghiaiosa, colore da marrone-beige a marrone-arancione, umida. Clasti poligenici debolmente alterati, sub-arrotondati, sfericità media, Dmax=50 mm, Dmed=10-20 mm.
101	2			2,0	1,0	

Foro ritombato con materiale di risulta addittivato a miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA
TETTOIA PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11a
GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

Report fotografico

SONDAGGIO S1



SONDAGGIO S1 – Postazione



SONDAGGIO S1 – Cassa n.1 da 0.00 m a 4.00 m

SONDAGGIO S2



SONDAGGIO S2 – Postazione



SONDAGGIO S2 – Cassa n.1 da 0.00 m a 3.00 m

SONDAGGIO S3



SONDAGGIO S3 – Postazione



SONDAGGIO S3 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S4



SONDAGGIO S4 – Postazione



SONDAGGIO S4 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S5



SONDAGGIO S5 – Postazione



SONDAGGIO S5 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01BIS



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01BIS – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-02 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-03



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-03 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-04



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-04 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-05



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-05 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-06



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-06 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-07



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-07 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-08



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-08 – Postazione

Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA
TETTOIA PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11a
GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

**Sintesi risultati prove
penetrometriche dinamiche DPSH**

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-01bis

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

FALDA [m da p.c.]: assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

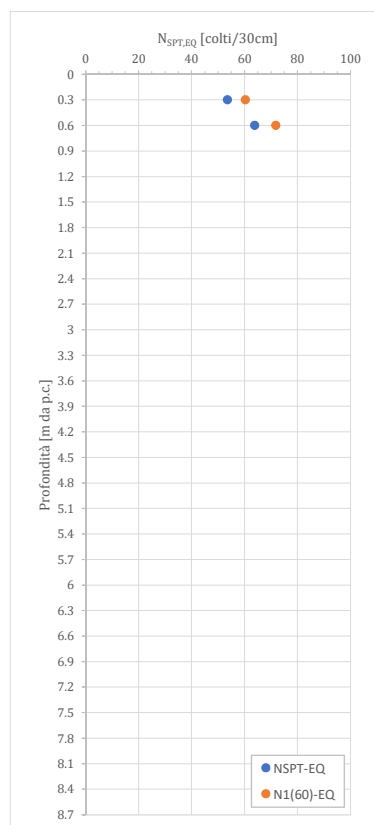
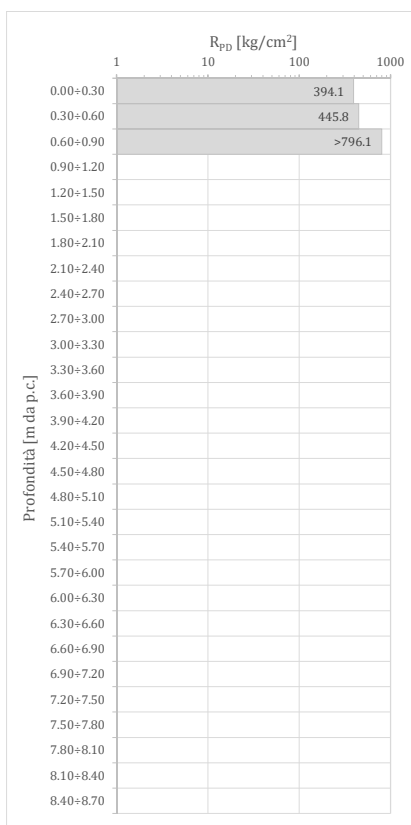
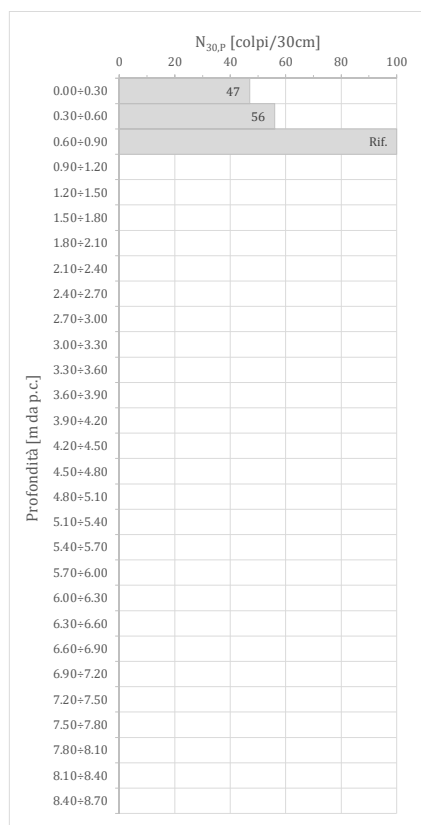
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità	Aste	N _{30,P}	N _{30,R}	R	R _{PD}	N _{SPT-EQ}	N _{1(60)-EQ}
[m da p.c.]	[n]	[colpi/30cm]		[-]	[kg/cm ²]	[colpi/30cm]	
0.00÷0.30	1	47	-	-	394.1	54	60
0.30÷0.60	2	56	-	-	445.8	64	72

Profondità	Aste	N _{30,P}	N _{30,R}	R	R _{PD}	N _{SPT-EQ}	N _{1(60)-EQ}
[m da p.c.]	[n]	[colpi/30cm]		[-]	[kg/cm ²]	[colpi/30cm]	
0.60÷0.90	2	100	-	-	796.1	>100	>128


Note:

COMMITTENTE:	Isacco S.r.l.		
CANTIERE:	Gabbioneta Binanuova (CR)		
LOCALITA':	Gabbioneta Binanuova (CR)	CODICE PROVA:	SCPT-01bis
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	OPERATORE:	Perta
		DATA ESECUZIONE:	18-lug-19
		FALDA [m da p.c.]:	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	51.5	51.303	47	56	6.364	52

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	419.96	419.17	394.1	445.83	36.58	420

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	58.754	58.53	53.62	63.888	7.2604	59

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	66.099	65.846	60.323	71.874	8.1679	66

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

-

PARAMETRI GEOTECNICI

STR.	PROFONDITA'	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
		Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E' ₂₅ (1.1)	E' ₂₅ (1.2)	E' ₂₅ (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
		[%]		[°]			[kg/cm ²]		[kg/cm ²]			[kg/cm ²]			[kg/cm ²]		
1	0.00-0.60	100	100	43.0	37.6	42.6	473	376	308	771	350	2.88	2.78	1.99	3.06	198	222

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-01bis

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

OPERATORE: Perta

FALDA [m da p.c.]: 3.00

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

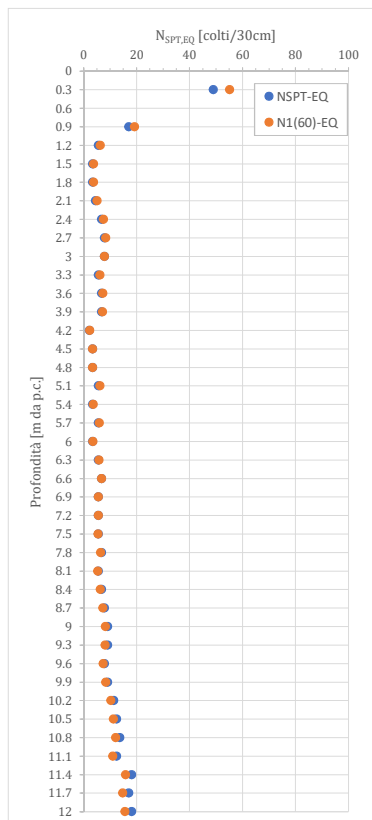
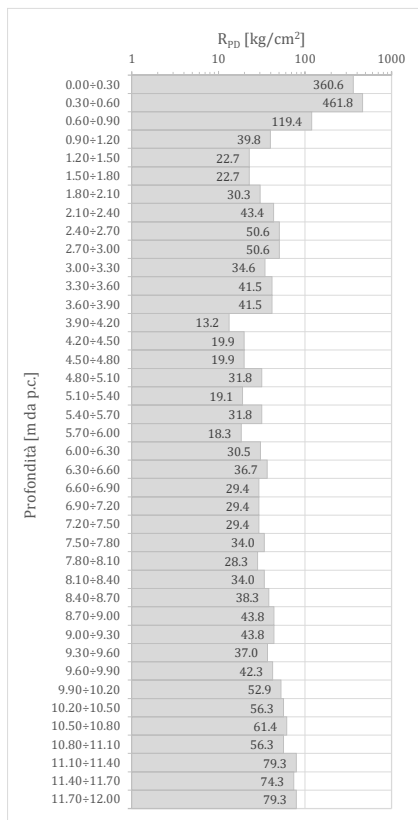
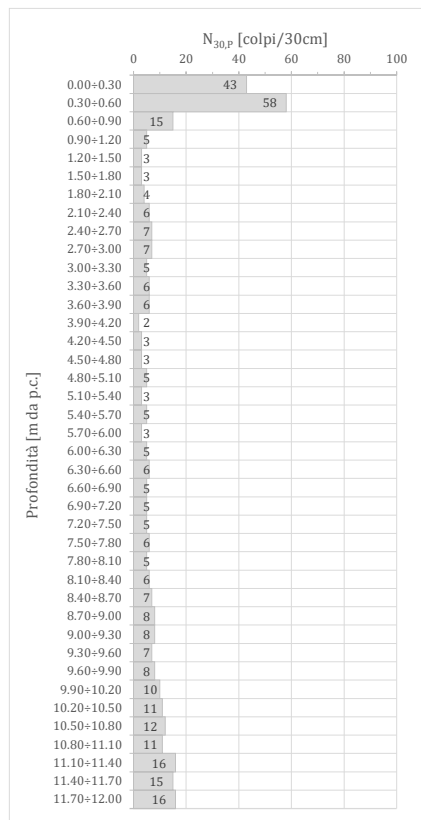
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	43	-	-	360.6	49	55
0.30÷0.60	2	58	-	-	461.8	66	74
0.60÷0.90	2	15	-	-	119.4	17	19
0.90÷1.20	2	5	-	-	39.8	6	6
1.20÷1.50	3	3	-	-	22.7	3	4
1.50÷1.80	3	3	-	-	22.7	3	4
1.80÷2.10	3	4	-	-	30.3	5	5
2.10÷2.40	4	6	-	-	43.4	7	8
2.40÷2.70	4	7	-	-	50.6	8	8
2.70÷3.00	4	7	-	-	50.6	8	8
3.00÷3.30	5	5	-	-	34.6	6	6
3.30÷3.60	5	6	-	-	41.5	7	7
3.60÷3.90	5	6	-	-	41.5	7	7
3.90÷4.20	6	2	-	-	13.2	2	2
4.20÷4.50	6	3	-	-	19.9	3	3
4.50÷4.80	6	3	-	-	19.9	3	3
4.80÷5.10	7	5	-	-	31.8	6	6
5.10÷5.40	7	3	-	-	19.1	3	4
5.40÷5.70	7	5	-	-	31.8	6	6
5.70÷6.00	8	3	-	-	18.3	3	4

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
6.00÷6.30	8	5	-	-	30.5	6	6
6.30÷6.60	8	6	-	-	36.7	7	7
6.60÷6.90	9	5	-	-	29.4	6	6
6.90÷7.20	9	5	-	-	29.4	6	6
7.20÷7.50	9	5	-	-	29.4	6	6
7.50÷7.80	10	6	-	-	34.0	7	7
7.80÷8.10	10	5	-	-	28.3	6	5
8.10÷8.40	10	6	-	-	34.0	7	6
8.40÷8.70	11	7	-	-	38.3	8	7
8.70÷9.00	11	8	-	-	43.8	9	8
9.00÷9.30	11	8	-	-	43.8	9	8
9.30÷9.60	12	7	-	-	37.0	8	7
9.60÷9.90	12	8	-	-	42.3	9	8
9.90÷10.20	12	10	-	-	52.9	11	10
10.20÷10.50	13	11	-	-	56.3	13	11
10.50÷10.80	13	12	-	-	61.4	14	12
10.80÷11.10	13	11	-	-	56.3	13	11
11.10÷11.40	14	16	-	-	79.3	18	16
11.40÷11.70	14	15	-	-	74.3	17	15
11.70÷12.00	14	16	-	-	79.3	18	16


Note:

Chiusura foro a -10.00 m da p.c., acqua in foro a -3.00 m da p.c.

COMMITTENTE:	Isacco S.r.l.		
CANTIERE:	Gabbioneta Binanuova (CR)		
LOCALITA':	Gabbioneta Binanuova (CR)	CODICE PROVA:	SCPT-01bis
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	OPERATORE:	Perta
		DATA ESECUZIONE:	18-lug-19
		FALDA [m da p.c.]:	3.00

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	50.5	49.94	43	58	10.607	51
2	0.60-2.10	3.75	3.6628	3	5	0.9574	4
3	2.10-3.90	6.1667	6.1273	5	7	0.7528	6
4	3.90-6.00	3.4286	3.2761	2	5	1.1339	3
5	6.00-9.90	6.2308	6.1211	5	8	1.2352	6
6	9.90-12.00	13	12.782	10	16	2.582	13

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	411.15	408.03	360.56	461.75	71.556	411.2
2	0.60-2.10	28.897	28.102	22.735	39.806	8.1028	28.9
3	2.10-3.90	43.688	43.319	34.565	50.612	6.1479	43.7
4	3.90-6.00	21.989	21.071	13.245	31.776	7.0592	22
5	6.00-9.90	35.151	34.739	28.345	43.776	5.6637	35.2
6	9.90-12.00	65.68	64.817	52.883	79.289	11.576	65.7

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	57.613	56.975	49.057	66.17	12.101	58
2	0.60-2.10	4.2782	4.1788	3.4226	5.7043	1.0923	4
3	2.10-3.90	7.0353	6.9904	5.7043	7.986	0.8588	7
4	3.90-6.00	3.9115	3.7375	2.2817	5.7043	1.2936	4
5	6.00-9.90	7.1084	6.9833	5.7043	9.1269	1.4092	7
6	9.90-12.00	14.831	14.583	11.409	18.254	2.9457	15

STRATO	PROFONDITA'	N _{I(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	64.815	64.096	55.189	74.441	13.613	65
2	0.60-2.10	4.813	4.7011	3.8504	6.4173	1.2288	5
3	2.10-3.90	7.4877	7.4583	6.3	8.3938	0.7137	7
4	3.90-6.00	4.1149	3.9094	2.3658	6.25	1.455	4
5	6.00-9.90	6.7285	6.6449	5.3722	8.4128	1.1139	7
6	9.90-12.00	13.056	12.879	10.399	15.949	2.3377	13

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

-

PARAMETRI GEOTECNICI

STR.	PROFONDITA'	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
		Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E' ₂₅ (1.1)	E' ₂₅ (1.2)	E' ₂₅ (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
		[%]		[°]			[kg/cm ²]		[kg/cm ²]			[kg/cm ²]				[kg/cm ²]	
1	0.00-0.60	98	100	42.8	37.5	42.5	468	370	305	783	344	2.82	2.72	1.95	3.01	195	219
2	0.60-2.10	28	32	27.1	26.1	31.3	127	98	30	136	26	0.21	0.20	0.14	0.22	31	46
3	2.10-3.90	35	38	28.6	28.3	33.5	169	112	52	225	45	0.37	0.35	0.25	0.39	40	62
4	3.90-6.00	26	28	26.6	25.6	30.8	133	96	34	154	29	0.23	0.23	0.16	0.25	30	43
5	6.00-9.90	33	35	28.2	28.3	33.5	185	113	64	277	54	0.45	0.43	0.31	0.47	40	62
6	9.90-12.00	46	48	30.9	31.5	36.7	274	152	131	534	118	0.97	0.93	0.67	1.03	64	97

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-02

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 17-lug-19

FALDA [m da p.c.]: assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

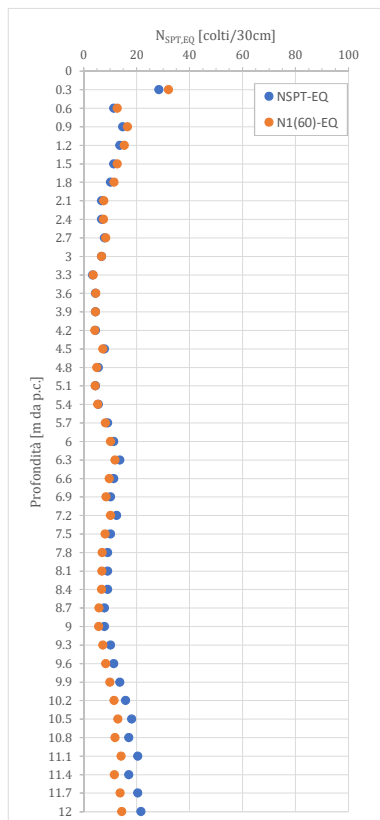
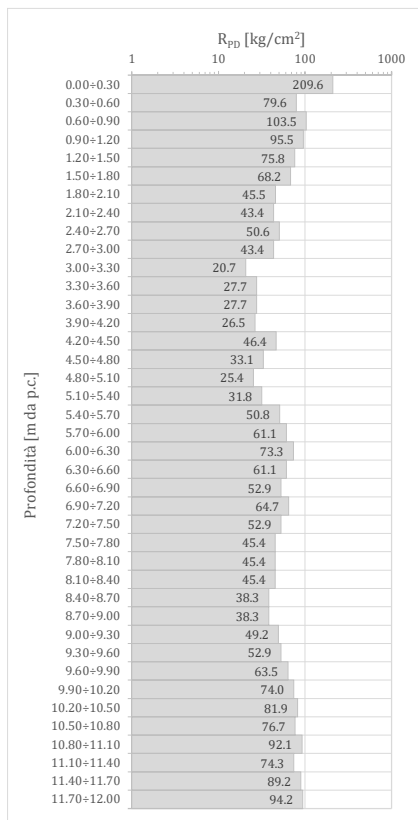
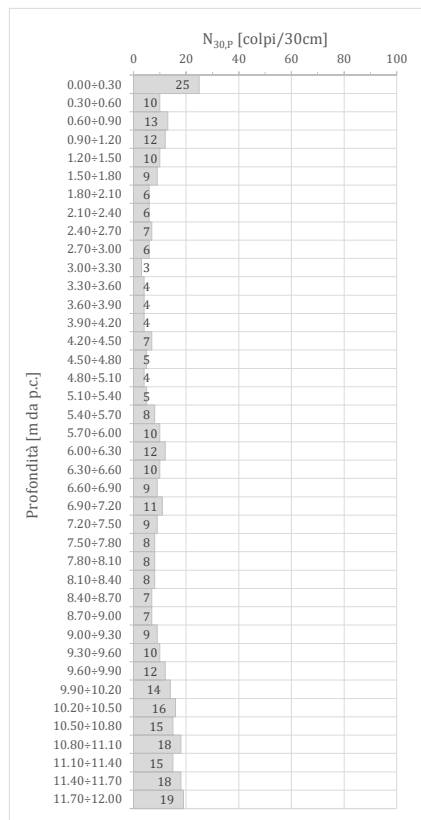
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	25	-	-	209.6	29	32
0.30÷0.60	2	10	-	-	79.6	11	13
0.60÷0.90	2	13	-	-	103.5	15	17
0.90÷1.20	2	12	-	-	95.5	14	15
1.20÷1.50	3	10	-	-	75.8	11	13
1.50÷1.80	3	9	-	-	68.2	10	12
1.80÷2.10	3	6	-	-	45.5	7	8
2.10÷2.40	4	6	-	-	43.4	7	8
2.40÷2.70	4	7	-	-	50.6	8	8
2.70÷3.00	4	6	-	-	43.4	7	7
3.00÷3.30	5	3	-	-	20.7	3	4
3.30÷3.60	5	4	-	-	27.7	5	5
3.60÷3.90	5	4	-	-	27.7	5	5
3.90÷4.20	6	4	-	-	26.5	5	4
4.20÷4.50	6	7	-	-	46.4	8	7
4.50÷4.80	6	5	-	-	33.1	6	5
4.80÷5.10	7	4	-	-	25.4	5	4
5.10÷5.40	7	5	-	-	31.8	6	5
5.40÷5.70	7	8	-	-	50.8	9	8
5.70÷6.00	8	10	-	-	61.1	11	10

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
6.00÷6.30	8	12	-	-	73.3	14	12
6.30÷6.60	8	10	-	-	61.1	11	10
6.60÷6.90	9	9	-	-	52.9	10	9
6.90÷7.20	9	11	-	-	64.7	13	10
7.20÷7.50	9	9	-	-	52.9	10	8
7.50÷7.80	10	8	-	-	45.4	9	7
7.80÷8.10	10	8	-	-	45.4	9	7
8.10÷8.40	10	8	-	-	45.4	9	7
8.40÷8.70	11	7	-	-	38.3	8	6
8.70÷9.00	11	7	-	-	38.3	8	6
9.00÷9.30	11	9	-	-	49.2	10	7
9.30÷9.60	12	10	-	-	52.9	11	8
9.60÷9.90	12	12	-	-	63.5	14	10
9.90÷10.20	12	14	-	-	74.0	16	12
10.20÷10.50	13	16	-	-	81.9	18	13
10.50÷10.80	13	15	-	-	76.7	17	12
10.80÷11.10	13	18	-	-	92.1	21	14
11.10÷11.40	14	15	-	-	74.3	17	12
11.40÷11.70	14	18	-	-	89.2	21	14
11.70÷12.00	14	19	-	-	94.2	22	14



Note:
Acqua in foro non rilevata.

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)
LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-02
OPERATORE: Pertà

DATA ESECUZIONE: 17-lug-19
FALDA [m da p.c.]: assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	11	11	9	13	1.64	11
2	1.80-3.00	6	6	6	7	0.50	6
3	3.00-5.40	4	4	3	5	0.69	4
4	5.40-7.20	10	10	8	12	1.41	10
5	7.20-9.30	8	8	7	9	0.82	8
6	9.30-12.00	15	15	10	19	2.95	15

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	84.53	83.54	68.20	103.50	14.56	84.50
2	1.80-3.00	45.71	45.62	43.38	50.61	3.41	45.70
3	3.00-5.40	27.55	27.28	20.74	33.11	4.10	27.50
4	5.40-7.20	60.66	60.20	50.84	73.30	8.16	60.70
5	7.20-9.30	44.98	44.70	38.30	52.93	5.34	45.00
6	9.30-12.00	77.64	76.50	52.88	94.16	13.56	77.60

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	12	12	10	15	2	12
2	1.80-3.00	7	7	7	8	1	7
3	3.00-5.40	5	5	3	6	1	5
4	5.40-7.20	11	11	9	14	2	11
5	7.20-9.30	9	9	8	10	1	9
6	9.30-12.00	17	17	11	22	3	17

STRATO	PROFONDITA'	N _{I(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	14	14	12	17	2	14
2	1.80-3.00	8	8	7	8	1	8
3	3.00-5.40	5	5	4	5	1	5
4	5.40-7.20	10	10	8	12	1	10
5	7.20-9.30	7	7	6	8	1	7
6	9.30-12.00	12	12	8	14	2	12

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

-

PARAMETRI GEOTECNICI

STR.	PROFONDITA'	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
		Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E' ₂₅ (1.1)	E' ₂₅ (1.2)	E' ₂₅ (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
		[%]		[°]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
1	0.00-1.80	48	55	31.2	30.8	35.9	216	139	81	329	74	0.60	0.58	0.42	0.64	56	87
2	1.80-3.00	36	39	28.7	28.4	33.6	165	113	49	214	43	0.35	0.34	0.24	0.37	40	63
3	3.00-5.40	28	30	27.0	26.5	31.8	145	101	40	178	33	0.27	0.26	0.19	0.29	33	49
4	5.40-7.20	40	43	29.7	30.4	35.6	234	135	98	415	86	0.71	0.68	0.49	0.75	53	83
5	7.20-9.30	34	38	28.3	29.5	34.6	210	123	81	352	69	0.57	0.55	0.39	0.60	46	73
6	9.30-12.00	45	49	30.6	32.2	37.3	296	165	155	635	138	1.13	1.09	0.78	1.21	71	107

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhaway & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-03

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 17-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

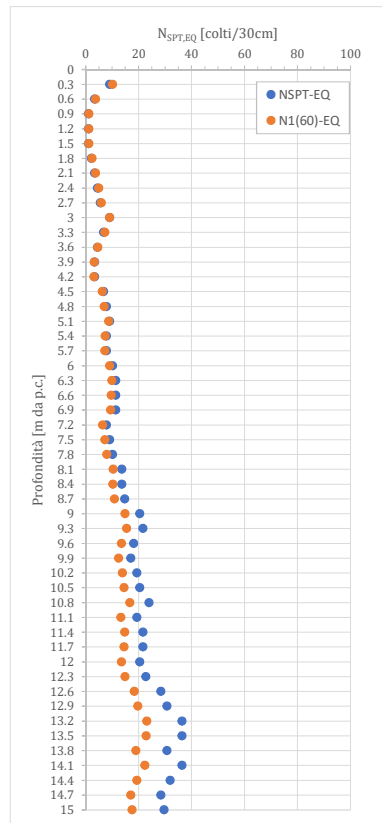
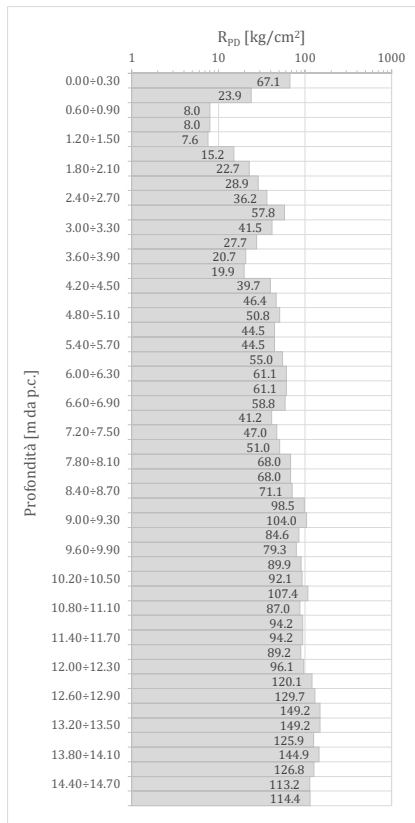
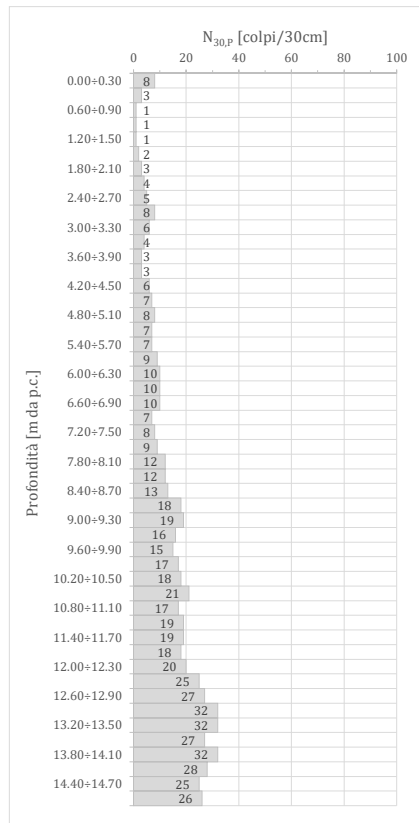
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	8	-	-	67.1	9	10
0.30÷0.60	2	3	-	-	23.9	3	4
0.60÷0.90	2	1	-	-	8.0	1	1
0.90÷1.20	2	1	-	-	8.0	1	1
1.20÷1.50	3	1	-	-	7.6	1	1
1.50÷1.80	3	2	-	-	15.2	2	3
1.80÷2.10	3	3	-	-	22.7	3	4
2.10÷2.40	4	4	-	-	28.9	5	5
2.40÷2.70	4	5	-	-	36.2	6	6
2.70÷3.00	4	8	-	-	57.8	9	9
3.00÷3.30	5	6	-	-	41.5	7	7
3.30÷3.60	5	4	-	-	27.7	5	5
3.60÷3.90	5	3	-	-	20.7	3	3
3.90÷4.20	6	3	-	-	19.9	3	3
4.20÷4.50	6	6	-	-	39.7	7	6
4.50÷4.80	6	7	-	-	46.4	8	7
4.80÷5.10	7	8	-	-	50.8	9	9
5.10÷5.40	7	7	-	-	44.5	8	8
5.40÷5.70	7	7	-	-	44.5	8	7
5.70÷6.00	8	9	-	-	55.0	10	9
6.00÷6.30	8	10	-	-	61.1	11	10
6.30÷6.60	8	10	-	-	61.1	11	10
6.60÷6.90	9	10	-	-	58.8	11	10
6.90÷7.20	9	7	-	-	41.2	8	7
7.20÷7.50	9	8	-	-	47.0	9	7

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
7.50÷7.80	10	9	-	-	51.0	10	8
7.80÷8.10	10	12	-	-	68.0	14	11
8.10÷8.40	10	12	-	-	68.0	14	10
8.40÷8.70	11	13	-	-	71.1	15	11
8.70÷9.00	11	18	-	-	98.5	21	15
9.00÷9.30	11	19	-	-	104.0	22	16
9.30÷9.60	12	16	-	-	84.6	18	14
9.60÷9.90	12	15	-	-	79.3	17	13
9.90÷10.20	12	17	-	-	89.9	19	14
10.20÷10.50	13	18	-	-	92.1	21	15
10.50÷10.80	13	21	-	-	107.4	24	17
10.80÷11.10	13	17	-	-	87.0	19	13
11.10÷11.40	14	19	-	-	94.2	22	15
11.40÷11.70	14	19	-	-	94.2	22	15
11.70÷12.00	14	18	-	-	89.2	21	14
12.00÷12.30	15	20	-	-	96.1	23	15
12.30÷12.60	15	25	-	-	120.1	29	19
12.60÷12.90	15	27	-	-	129.7	31	20
12.90÷13.20	16	32	-	-	149.2	37	23
13.20÷13.50	16	32	-	-	149.2	37	23
13.50÷13.80	16	27	-	-	125.9	31	19
13.80÷14.10	17	32	-	-	144.9	37	22
14.10÷14.40	17	28	-	-	126.8	32	19
14.40÷14.70	17	25	-	-	113.2	29	17
14.70÷15.00	18	26	-	-	114.4	30	18



Note:

Chiusura fora a -6.00 m da p.c., acqua in foro a -1.00 m da p.c.

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)
LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-03
OPERATORE: Pertea

DATA ESECUZIONE: 17-lug-19
FALDA [m da p.c.]: Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	8	8	8	8	-	8
2	0.30-2.10	2	2	1	3	0.98	2
3	2.10-3.30	6	6	4	8	1.71	6
4	3.30-4.20	3	3	3	4	0.58	3
5	4.20-5.70	7	7	6	8	0.71	7
6	5.70-8.70	10	10	7	13	1.89	10
7	8.70-12.30	18	18	15	21	1.68	18
8	12.30-15.00	28	28	25	32	2.99	28

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cmq]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	67.08	67.08	67.08	67.08	-	67.10
2	0.30-2.10	14.21	12.57	7.58	23.88	7.61	14.20
3	2.10-3.30	41.10	39.80	28.92	57.84	12.29	41.10
4	3.30-4.20	22.75	22.50	19.87	27.65	4.27	22.80
5	4.20-5.70	45.18	45.04	39.73	50.84	4.00	45.20
6	5.70-8.70	58.24	57.46	41.16	71.14	9.74	58.20
7	8.70-12.30	93.04	92.73	79.33	107.45	7.92	93.00
8	12.30-15.00	130.38	129.71	113.20	149.19	14.17	130.40

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	9	9	9	9	-	9
2	0.30-2.10	2	2	1	3	1	2
3	2.10-3.30	7	6	5	9	2	7
4	3.30-4.20	4	4	3	5	1	4
5	4.20-5.70	8	8	7	9	1	8
6	5.70-8.70	11	11	8	15	2	11
7	8.70-12.30	21	21	17	24	2	21
8	12.30-15.00	32	32	29	37	3	32

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	10	10	10	10	-	10
2	0.30-2.10	2	2	1	4	1	2
3	2.10-3.30	7	7	5	9	2	7
4	3.30-4.20	4	4	3	5	1	4
5	4.20-5.70	7	7	6	9	1	7
6	5.70-8.70	9	9	7	11	1	9
7	8.70-12.30	14	14	13	17	1	14
8	12.30-15.00	20	20	17	23	2	20

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'25 (1.1)	E'25 (1.2)	E'25 (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cmq]		[kg/cmq]			[kg/cmq]					
1	0.00-0.30	41	56	29.9	29.5	34.7	187	123	62	260	54	0.45	0.43	0.31	0.48	46	73
2	0.30-2.10	19	23	25.2	22.5	27.8	87	87	15	71	12	0.10	0.10	0.07	0.11	25	29
3	2.10-3.30	34	37	28.2	27.9	33.1	160	110	47	206	40	0.33	0.32	0.23	0.35	38	59
4	3.30-4.20	25	28	26.4	25.6	30.9	128	96	31	141	26	0.21	0.20	0.15	0.22	30	43
5	4.20-5.70	35	38	28.5	28.9	34.1	192	117	68	292	58	0.48	0.46	0.33	0.51	43	67
6	5.70-8.70	39	42	29.4	30.4	35.5	234	135	99	419	86	0.71	0.68	0.49	0.75	53	83
7	8.70-12.30	49	53	31.4	33.0	38.1	323	182	180	722	163	1.33	1.29	0.92	1.42	81	119
8	12.30-15.00	58	63	33.1	35.0	40.0	405	241	273	1037	256	2.10	2.03	1.45	2.24	117	155

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-04

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

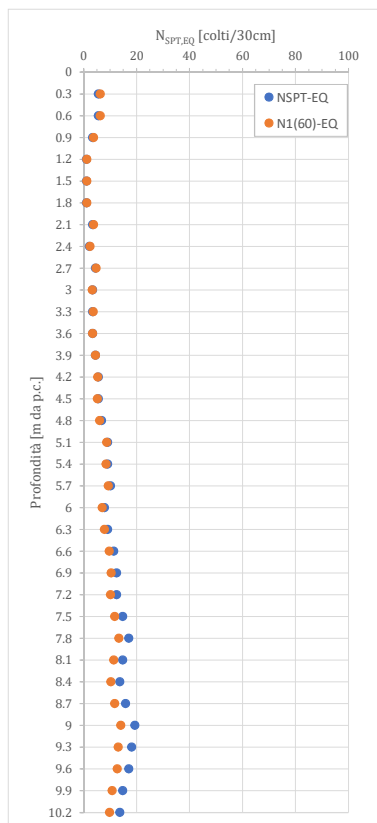
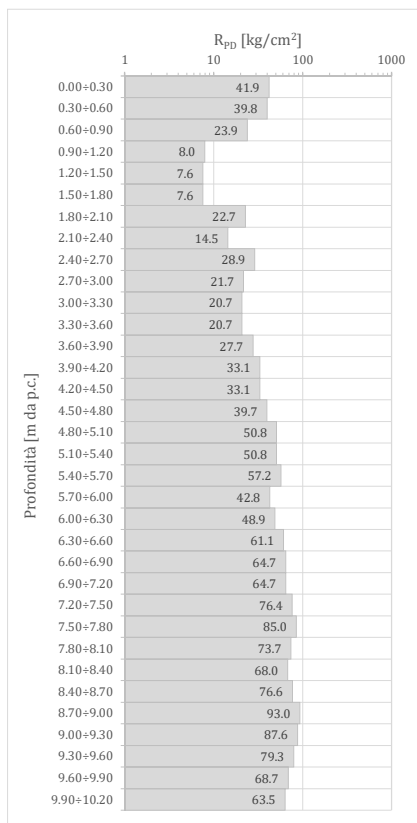
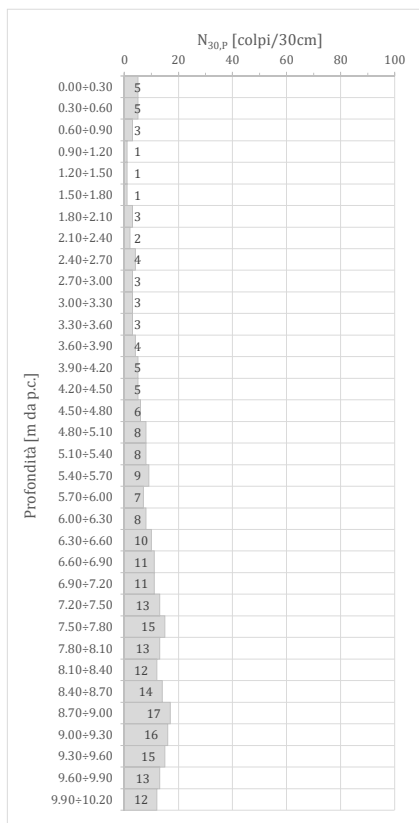
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	5	-	-	41.9	6	6
0.30÷0.60	2	5	-	-	39.8	6	6
0.60÷0.90	2	3	-	-	23.9	3	4
0.90÷1.20	2	1	-	-	8.0	1	1
1.20÷1.50	3	1	-	-	7.6	1	1
1.50÷1.80	3	1	-	-	7.6	1	1
1.80÷2.10	3	3	-	-	22.7	3	4
2.10÷2.40	4	2	-	-	14.5	2	3
2.40÷2.70	4	4	-	-	28.9	5	5
2.70÷3.00	4	3	-	-	21.7	3	3
3.00÷3.30	5	3	-	-	20.7	3	4
3.30÷3.60	5	3	-	-	20.7	3	4
3.60÷3.90	5	4	-	-	27.7	5	5
3.90÷4.20	6	5	-	-	33.1	6	5
4.20÷4.50	6	5	-	-	33.1	6	5
4.50÷4.80	6	6	-	-	39.7	7	6
4.80÷5.10	7	8	-	-	50.8	9	9

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
5.10÷5.40	7	8	-	-	50.8	9	9
5.40÷5.70	7	9	-	-	57.2	10	9
5.70÷6.00	8	7	-	-	42.8	8	7
6.00÷6.30	8	8	-	-	48.9	9	8
6.30÷6.60	8	10	-	-	61.1	11	10
6.60÷6.90	9	11	-	-	64.7	13	10
6.90÷7.20	9	11	-	-	64.7	13	10
7.20÷7.50	9	13	-	-	76.4	15	12
7.50÷7.80	10	15	-	-	85.0	17	13
7.80÷8.10	10	13	-	-	73.7	15	11
8.10÷8.40	10	12	-	-	68.0	14	10
8.40÷8.70	11	14	-	-	76.6	16	12
8.70÷9.00	11	17	-	-	93.0	19	14
9.00÷9.30	11	16	-	-	87.6	18	13
9.30÷9.60	12	15	-	-	79.3	17	13
9.60÷9.90	12	13	-	-	68.7	15	11
9.90÷10.20	12	12	-	-	63.5	14	10


Note:

Chiusura foro a - 8.00 m da p.c., acqua in foro a -0.90 m da p.c.

COMMITTENTE:	Isacco S.r.l.		
CANTIERE:	Gabbioneta Binanuova (CR)		
LOCALITA':	Gabbioneta Binanuova (CR)	CODICE PROVA:	SCPT-04
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	OPERATORE:	Perta
		DATA ESECUZIONE:	18-lug-19
		FALDA [m da p.c.]:	Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	4	4	3	5	1.15	4
2	0.90-1.80	1	1	1	1	-	1
3	1.80-3.90	3	3	2	4	0.69	3
4	3.90-6.30	7	7	5	9	1.51	7
5	6.30-10.20	13	13	10	17	2.09	13

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cmq]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	35.21	34.16	23.88	41.93	9.86	35.20
2	0.90-1.80	7.71	7.70	7.58	7.96	0.22	7.70
3	1.80-3.90	22.42	21.95	14.46	28.92	4.82	22.40
4	3.90-6.30	44.56	43.77	33.11	57.20	8.83	44.60
5	6.30-10.20	74.03	73.41	61.09	93.02	10.10	74.00

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	5	5	3	6	1	5
2	0.90-1.80	1	1	1	1	0	1
3	1.80-3.90	4	4	2	5	1	4
4	3.90-6.30	8	8	6	10	2	8
5	6.30-10.20	15	15	11	19	2	15

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	6	5	4	6	1	6
2	0.90-1.80	1	1	1	1	0	1
3	1.80-3.90	4	4	3	5	1	4
4	3.90-6.30	7	7	5	9	2	7
5	6.30-10.20	12	11	10	14	1	12

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'25 (1.1)	E'25 (1.2)	E'25 (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cmq]		[kg/cmq]			[kg/cmq]					
1	0.00-0.90	30	39	27.5	26.7	31.9	137	102	35	154	29	0.24	0.23	0.17	0.26	33	50
2	0.90-1.80	15	18	24.3	20.4	25.8	66	82	9	41	7	0.06	0.05	0.04	0.06	22	21
3	1.80-3.90	25	28	26.4	25.3	30.6	120	95	27	124	23	0.19	0.18	0.13	0.20	29	41
4	3.90-6.30	35	37	28.5	28.8	34.0	192	117	68	294	59	0.48	0.46	0.33	0.51	43	67
5	6.30-10.20	44	47	30.4	31.6	36.8	271	153	130	538	115	0.95	0.91	0.66	1.01	65	98

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-05

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

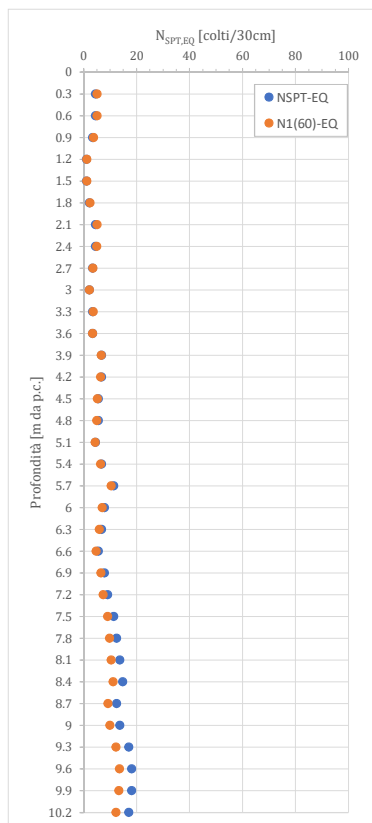
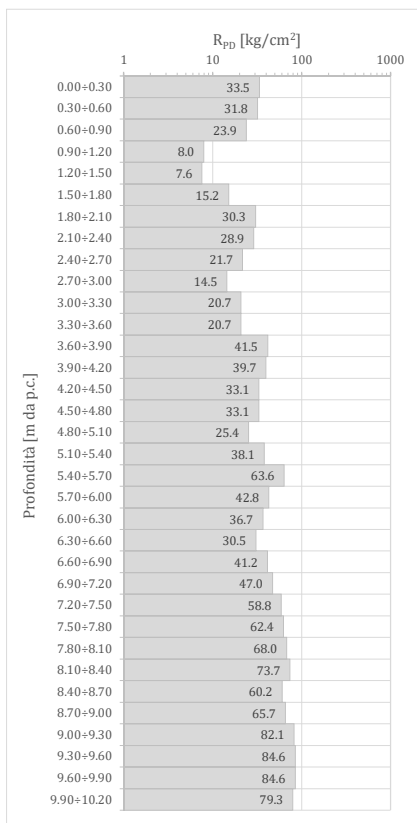
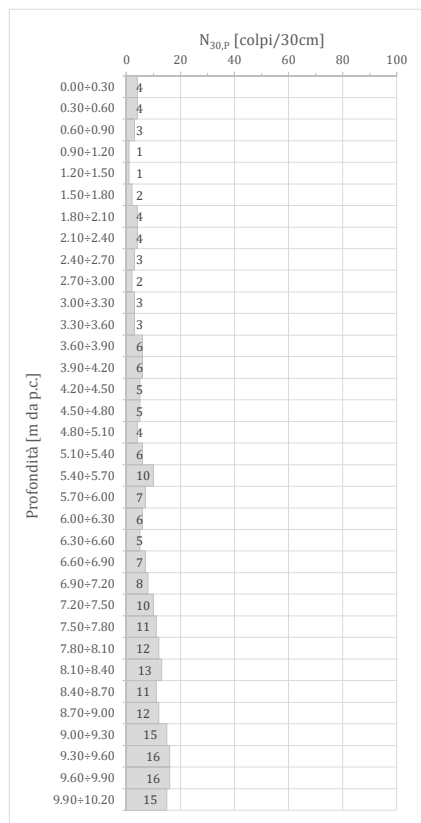
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	4	-	-	33.5	5	5
0.30÷0.60	2	4	-	-	31.8	5	5
0.60÷0.90	2	3	-	-	23.9	3	4
0.90÷1.20	2	1	-	-	8.0	1	1
1.20÷1.50	3	1	-	-	7.6	1	1
1.50÷1.80	3	2	-	-	15.2	2	3
1.80÷2.10	3	4	-	-	30.3	5	5
2.10÷2.40	4	4	-	-	28.9	5	5
2.40÷2.70	4	3	-	-	21.7	3	4
2.70÷3.00	4	2	-	-	14.5	2	2
3.00÷3.30	5	3	-	-	20.7	3	4
3.30÷3.60	5	3	-	-	20.7	3	4
3.60÷3.90	5	6	-	-	41.5	7	7
3.90÷4.20	6	6	-	-	39.7	7	7
4.20÷4.50	6	5	-	-	33.1	6	5
4.50÷4.80	6	5	-	-	33.1	6	5
4.80÷5.10	7	4	-	-	25.4	5	4

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
5.10÷5.40	7	6	-	-	38.1	7	6
5.40÷5.70	7	10	-	-	63.6	11	10
5.70÷6.00	8	7	-	-	42.8	8	7
6.00÷6.30	8	6	-	-	36.7	7	6
6.30÷6.60	8	5	-	-	30.5	6	5
6.60÷6.90	9	7	-	-	41.2	8	7
6.90÷7.20	9	8	-	-	47.0	9	7
7.20÷7.50	9	10	-	-	58.8	11	9
7.50÷7.80	10	11	-	-	62.4	13	10
7.80÷8.10	10	12	-	-	68.0	14	11
8.10÷8.40	10	13	-	-	73.7	15	11
8.40÷8.70	11	11	-	-	60.2	13	9
8.70÷9.00	11	12	-	-	65.7	14	10
9.00÷9.30	11	15	-	-	82.1	17	12
9.30÷9.60	12	16	-	-	84.6	18	14
9.60÷9.90	12	16	-	-	84.6	18	13
9.90÷10.20	12	15	-	-	79.3	17	12


Note:

Chiusura foro a -8.50 m da p.c., acqua in foro a -0.35 m da p.c.

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)
LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-05
OPERATORE: Pertà

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19
FALDA [m da p.c.]: Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	4	4	3	4	0.58	4
2	0.90-1.80	1	1	1	2	0.58	1
3	1.80-3.60	3	3	2	4	0.75	3
4	3.60-7.20	6	6	4	8	1.14	6
5	7.20-9.00	12	11	10	13	1.05	12
6	9.00-10.20	16	15	15	16	0.58	16

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	29.76	29.44	23.88	33.54	5.16	29.80
2	0.90-1.80	10.23	9.71	7.58	15.16	4.27	10.20
3	1.80-3.60	22.81	22.16	14.46	30.31	5.89	22.80
4	3.60-7.20	37.20	36.69	25.42	47.05	6.21	37.20
5	7.20-9.00	64.79	64.60	58.81	73.70	5.54	64.80
6	9.00-10.20	82.66	82.63	79.33	84.61	2.52	82.70

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	4	4	3	5	1	4
2	0.90-1.80	2	1	1	2	1	2
3	1.80-3.60	4	4	2	5	1	4
4	3.60-7.20	7	7	5	9	1	7
5	7.20-9.00	13	13	11	15	1	13
6	9.00-10.20	18	18	17	18	1	18

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.90	5	5	4	5	1	5
2	0.90-1.80	2	2	1	3	1	2
3	1.80-3.60	4	4	2	5	1	4
4	3.60-7.20	6	6	4	7	1	6
5	7.20-9.00	10	10	9	11	1	10
6	9.00-10.20	13	13	12	14	1	13

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'25 (1.1)	E'25 (1.2)	E'25 (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cmq]		[kg/cmq]			[kg/cmq]					
1	0.00-0.90	28	37	27.0	26.0	31.3	126	98	30	134	25	0.20	0.20	0.14	0.22	31	45
2	0.90-1.80	17	20	24.7	21.4	26.8	75	84	11	53	9	0.07	0.07	0.05	0.08	23	24
3	1.80-3.60	25	28	26.5	25.3	30.6	119	95	27	123	22	0.18	0.18	0.13	0.20	29	41
4	3.60-7.20	32	34	27.8	28.1	33.3	176	111	58	255	49	0.40	0.39	0.28	0.43	39	60
5	7.20-9.00	41	45	29.7	31.1	36.2	252	143	113	476	99	0.81	0.79	0.56	0.87	58	90
6	9.00-10.20	46	50	30.9	32.4	37.5	298	167	155	634	139	1.14	1.10	0.79	1.21	72	108

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-06

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

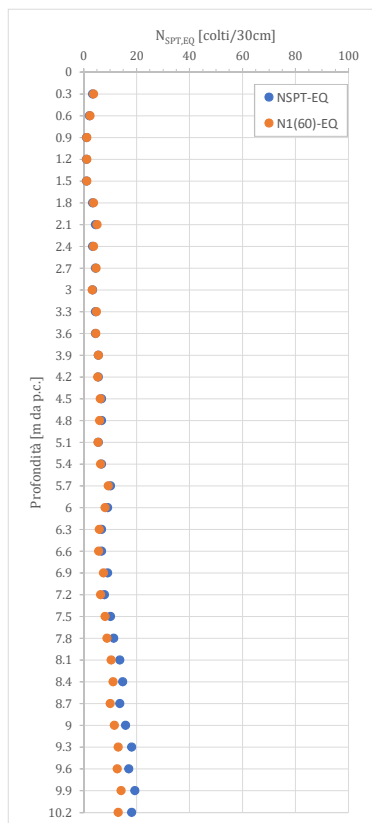
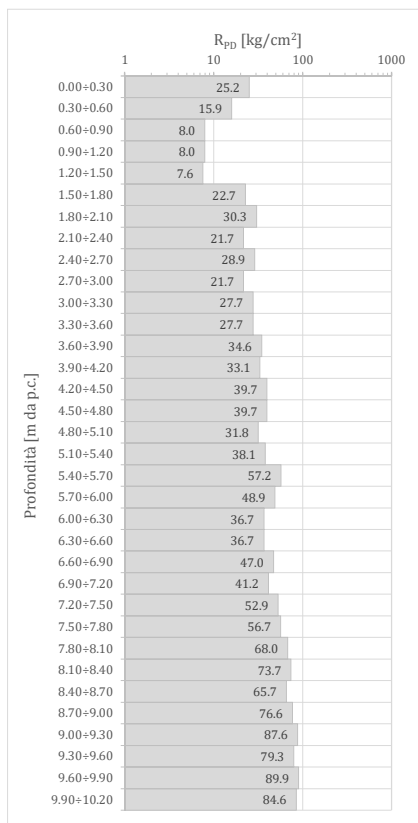
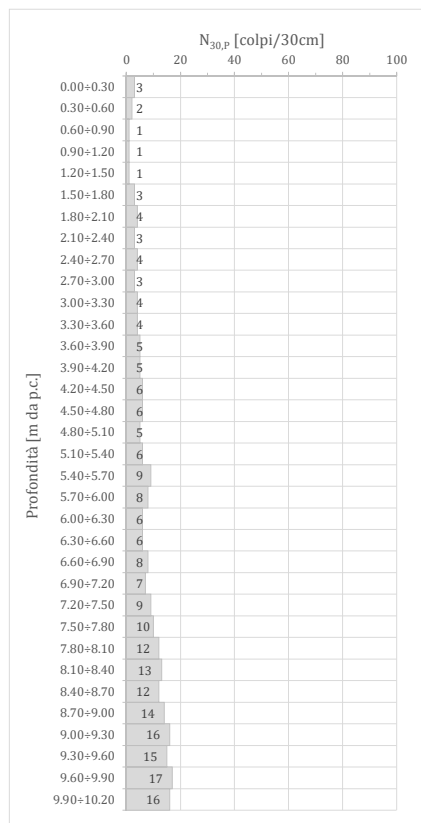
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	3	-	-	25.2	3	4
0.30÷0.60	2	2	-	-	15.9	2	3
0.60÷0.90	2	1	-	-	8.0	1	1
0.90÷1.20	2	1	-	-	8.0	1	1
1.20÷1.50	3	1	-	-	7.6	1	1
1.50÷1.80	3	3	-	-	22.7	3	4
1.80÷2.10	3	4	-	-	30.3	5	5
2.10÷2.40	4	3	-	-	21.7	3	4
2.40÷2.70	4	4	-	-	28.9	5	5
2.70÷3.00	4	3	-	-	21.7	3	3
3.00÷3.30	5	4	-	-	27.7	5	5
3.30÷3.60	5	4	-	-	27.7	5	5
3.60÷3.90	5	5	-	-	34.6	6	6
3.90÷4.20	6	5	-	-	33.1	6	5
4.20÷4.50	6	6	-	-	39.7	7	6
4.50÷4.80	6	6	-	-	39.7	7	6
4.80÷5.10	7	5	-	-	31.8	6	6

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
5.10÷5.40	7	6	-	-	38.1	7	6
5.40÷5.70	7	9	-	-	57.2	10	9
5.70÷6.00	8	8	-	-	48.9	9	8
6.00÷6.30	8	6	-	-	36.7	7	6
6.30÷6.60	8	6	-	-	36.7	7	6
6.60÷6.90	9	8	-	-	47.0	9	8
6.90÷7.20	9	7	-	-	41.2	8	7
7.20÷7.50	9	9	-	-	52.9	10	8
7.50÷7.80	10	10	-	-	56.7	11	9
7.80÷8.10	10	12	-	-	68.0	14	11
8.10÷8.40	10	13	-	-	73.7	15	11
8.40÷8.70	11	12	-	-	65.7	14	10
8.70÷9.00	11	14	-	-	76.6	16	12
9.00÷9.30	11	16	-	-	87.6	18	13
9.30÷9.60	12	15	-	-	79.3	17	13
9.60÷9.90	12	17	-	-	89.9	19	14
9.90÷10.20	12	16	-	-	84.6	18	13



Note:
Acqua in foro non rilevata.

COMMITTENTE:	Isacco S.r.l.		
CANTIERE:	Gabbioneta Binanuova (CR)		
LOCALITA':	Gabbioneta Binanuova (CR)	CODICE PROVA:	SCPT-06
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	OPERATORE:	Perta
		DATA ESECUZIONE:	18-lug-19
		FALDA [m da p.c.]:	Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-3.60	3	2	1	4	1.22	3
2	3.60-5.40	6	5	5	6	0.55	6
3	5.40-7.50	8	7	6	9	1.27	8
4	7.50-10.20	14	14	10	17	2.32	14

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-3.60	20.44	18.27	7.58	30.31	8.54	20.40
2	3.60-5.40	36.18	36.03	31.78	39.73	3.48	36.20
3	5.40-7.50	45.79	45.19	36.65	57.20	7.96	45.80
4	7.50-10.20	75.79	75.05	56.69	89.90	10.96	75.80

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-3.60	3	3	1	5	1	3
2	3.60-5.40	6	6	6	7	1	6
3	5.40-7.50	9	9	7	10	1	9
4	7.50-10.20	16	16	11	19	3	16

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-3.60	3	3	1	5	1	3
2	3.60-5.40	6	6	5	6	0	6
3	5.40-7.50	7	7	6	9	1	7
4	7.50-10.20	12	12	9	14	2	12

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'25 (1.1)	E'25 (1.2)	E'25 (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cmq]		[kg/cmq]			[kg/cmq]			[kg/cmq]		
1	0.00-3.60	23	27	26.1	24.3	29.6	108	92	23	106	19	0.16	0.15	0.11	0.17	28	37
2	3.60-5.40	31	34	27.8	27.8	33.0	168	108	52	230	44	0.36	0.35	0.25	0.39	38	58
3	5.40-7.50	35	38	28.5	29.2	34.4	204	121	76	329	65	0.54	0.52	0.37	0.57	45	70
4	7.50-10.20	44	48	30.4	31.8	37.0	279	157	137	566	122	1.00	0.97	0.69	1.07	67	101

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-07

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 17-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

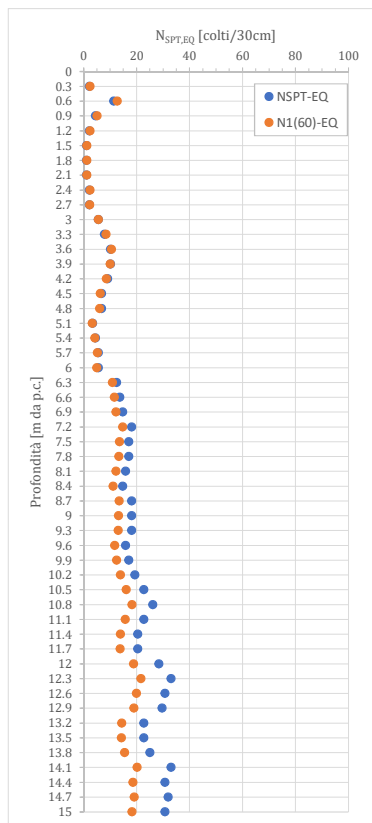
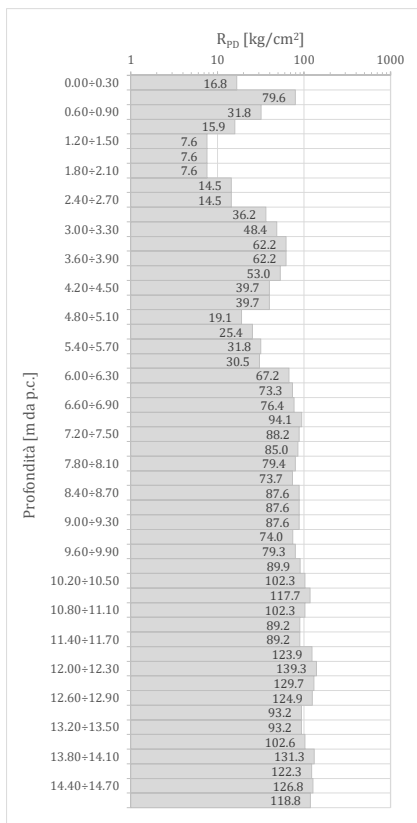
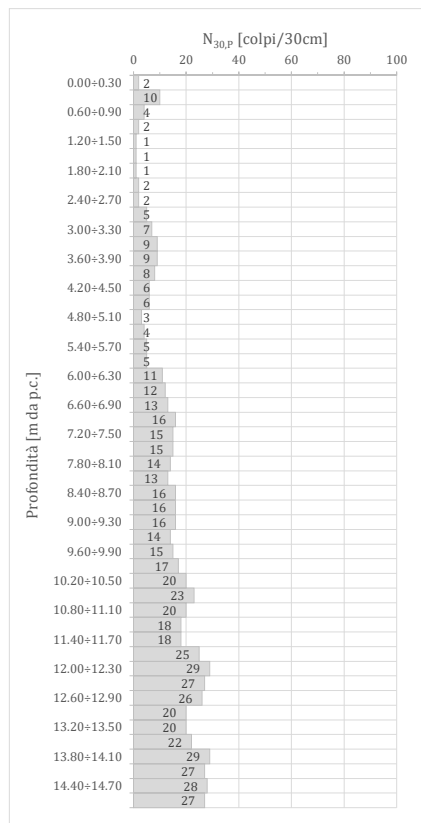
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	2	-	-	16.8	2	3
0.30÷0.60	2	10	-	-	79.6	11	13
0.60÷0.90	2	4	-	-	31.8	5	5
0.90÷1.20	2	2	-	-	15.9	2	3
1.20÷1.50	3	1	-	-	7.6	1	1
1.50÷1.80	3	1	-	-	7.6	1	1
1.80÷2.10	3	1	-	-	7.6	1	1
2.10÷2.40	4	2	-	-	14.5	2	3
2.40÷2.70	4	2	-	-	14.5	2	2
2.70÷3.00	4	5	-	-	36.2	6	6
3.00÷3.30	5	7	-	-	48.4	8	9
3.30÷3.60	5	9	-	-	62.2	10	11
3.60÷3.90	5	9	-	-	62.2	10	10
3.90÷4.20	6	8	-	-	53.0	9	9
4.20÷4.50	6	6	-	-	39.7	7	6
4.50÷4.80	6	6	-	-	39.7	7	6
4.80÷5.10	7	3	-	-	19.1	3	3
5.10÷5.40	7	4	-	-	25.4	5	4
5.40÷5.70	7	5	-	-	31.8	6	5
5.70÷6.00	8	5	-	-	30.5	6	5
6.00÷6.30	8	11	-	-	67.2	13	11
6.30÷6.60	8	12	-	-	73.3	14	12
6.60÷6.90	9	13	-	-	76.4	15	12
6.90÷7.20	9	16	-	-	94.1	18	15
7.20÷7.50	9	15	-	-	88.2	17	14

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{I(60)-EQ} [colpi/30cm]
7.50÷7.80	10	15	-	-	85.0	17	13
7.80÷8.10	10	14	-	-	79.4	16	12
8.10÷8.40	10	13	-	-	73.7	15	11
8.40÷8.70	11	16	-	-	87.6	18	14
8.70÷9.00	11	16	-	-	87.6	18	13
9.00÷9.30	11	16	-	-	87.6	18	13
9.30÷9.60	12	14	-	-	74.0	16	12
9.60÷9.90	12	15	-	-	79.3	17	13
9.90÷10.20	12	17	-	-	89.9	19	14
10.20÷10.50	13	20	-	-	102.3	23	16
10.50÷10.80	13	23	-	-	117.7	26	18
10.80÷11.10	13	20	-	-	102.3	23	16
11.10÷11.40	14	18	-	-	89.2	21	14
11.40÷11.70	14	18	-	-	89.2	21	14
11.70÷12.00	14	25	-	-	123.9	29	19
12.00÷12.30	15	29	-	-	139.3	33	22
12.30÷12.60	15	27	-	-	129.7	31	20
12.60÷12.90	15	26	-	-	124.9	30	19
12.90÷13.20	16	20	-	-	93.2	23	14
13.20÷13.50	16	20	-	-	93.2	23	14
13.50÷13.80	16	22	-	-	102.6	25	16
13.80÷14.10	17	29	-	-	131.3	33	20
14.10÷14.40	17	27	-	-	122.3	31	19
14.40÷14.70	17	28	-	-	126.8	32	19
14.70÷15.00	18	27	-	-	118.8	31	18



Note:

Chiusura foro a -9.00 m da p.c., acqua in foro a -1.20 m da p.c.

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)
LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR) **CODICE PROVA:** SCPT-07 **DATA ESECUZIONE:** 17-lug-19
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Pertà **FALDA [m da p.c.]:** Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.70	2	2	1	4	0.99	2
2	2.70-4.80	7	7	5	9	1.57	7
3	4.80-6.00	4	4	3	5	0.96	4
4	6.00-9.90	14	14	11	16	1.65	14
5	9.90-15.00	23	23	17	29	4.18	23

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.70	14.52	12.91	7.58	31.84	8.03	14.50
2	2.70-4.80	48.77	47.76	36.15	62.22	10.82	48.80
3	4.80-6.00	26.70	26.19	19.07	31.78	5.79	26.70
4	6.00-9.90	81.03	80.67	67.20	94.09	7.89	81.00
5	9.90-15.00	111.57	110.33	89.20	139.33	17.05	111.60

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.70	2	2	1	5	1	2
2	2.70-4.80	8	8	6	10	2	8
3	4.80-6.00	5	5	3	6	1	5
4	6.00-9.90	16	16	13	18	2	16
5	9.90-15.00	27	26	19	33	5	27

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.70	2	2	1	5	1	2
2	2.70-4.80	8	8	6	11	2	8
3	4.80-6.00	4	4	3	5	1	4
4	6.00-9.90	13	13	11	15	1	13
5	9.90-15.00	17	17	14	22	3	17

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'25 (1.1)	E'25 (1.2)	E'25 (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cmq]		[kg/cmq]			[kg/cmq]					
1	0.00-2.70	19	24	25.3	22.7	28.0	88	87	16	72	13	0.10	0.10	0.07	0.11	25	30
2	2.70-4.80	36	39	28.8	28.9	34.1	186	118	63	270	54	0.45	0.43	0.31	0.48	43	68
3	4.80-6.00	27	29	26.9	26.6	31.9	152	101	44	197	37	0.30	0.29	0.21	0.32	33	50
4	6.00-9.90	46	49	30.8	32.0	37.1	282	160	139	569	124	1.02	0.99	0.71	1.09	68	103
5	9.90-15.00	53	58	32.3	34.1	39.2	367	212	229	892	211	1.73	1.67	1.20	1.85	100	138

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.

CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)

LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR)

TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita

CODICE PROVA: SCPT-08

OPERATORE: Perta

DATA ESECUZIONE: 18-lug-19

FALDA [m da p.c.]: Assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 73-100

Peso massa battente [kg]: 73

Altezza caduta [m]: 0.75

Peso sist. Batt. [kg]: 0.63

Diam. aste [mm]: 32

Peso unitario aste [kg/m]: 4.6

Lunghezza aste [m]: 0.9

Giunz. prima asta [m]: 0.3

Diam. punta [mm]: 51

Area di base punta [cmq]: 20.43

Angolo ap. Punta [°]: 60

Avanz. Punta [m]: 0.3

Energia spec. per colpo [kg/cmq]: 8.93

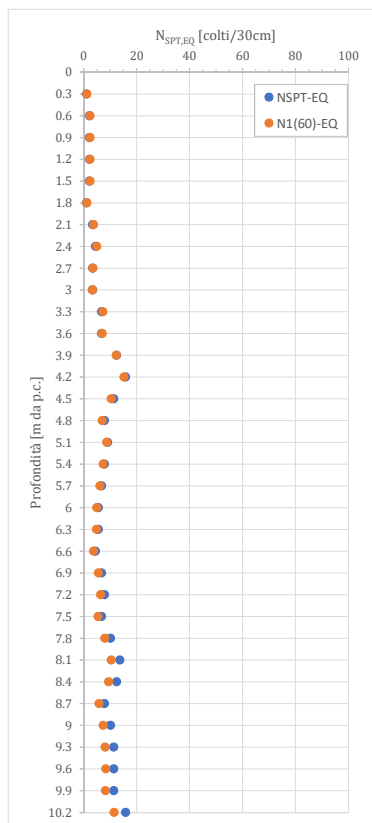
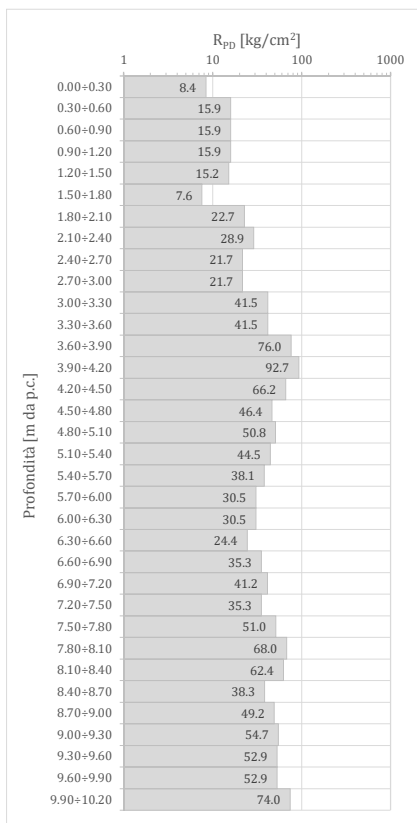
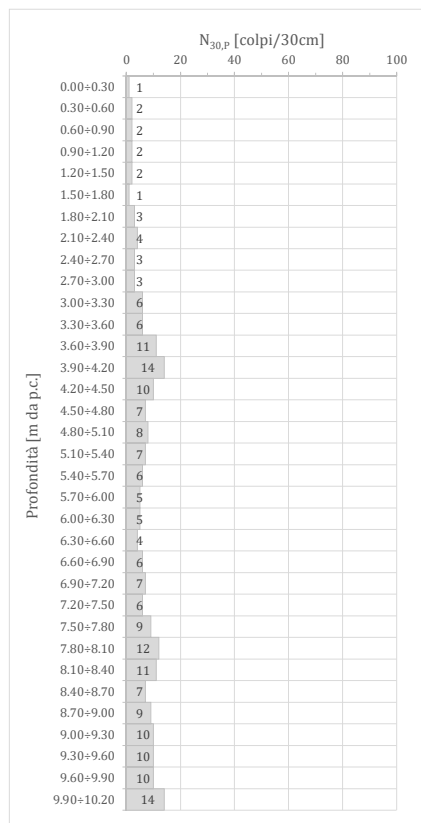
Energia specifica per colpo prova SPT [kg/cmq]: 7.83

Coeff. di energia [-]: 1.14

DATI E DIAGRAMMI DI PROVA

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{1(60)-EQ} [colpi/30cm]
0.00÷0.30	1	1	-	-	8.4	1	1
0.30÷0.60	2	2	-	-	15.9	2	3
0.60÷0.90	2	2	-	-	15.9	2	3
0.90÷1.20	2	2	-	-	15.9	2	3
1.20÷1.50	3	2	-	-	15.2	2	3
1.50÷1.80	3	1	-	-	7.6	1	1
1.80÷2.10	3	3	-	-	22.7	3	4
2.10÷2.40	4	4	-	-	28.9	5	5
2.40÷2.70	4	3	-	-	21.7	3	4
2.70÷3.00	4	3	-	-	21.7	3	3
3.00÷3.30	5	6	-	-	41.5	7	7
3.30÷3.60	5	6	-	-	41.5	7	7
3.60÷3.90	5	11	-	-	76.0	13	12
3.90÷4.20	6	14	-	-	92.7	16	15
4.20÷4.50	6	10	-	-	66.2	11	11
4.50÷4.80	6	7	-	-	46.4	8	7
4.80÷5.10	7	8	-	-	50.8	9	9

Profondità [m da p.c.]	Aste [n]	N _{30,P} [colpi/30cm]	N _{30,R} [colpi/30cm]	R [-]	R _{PD} [kg/cm ²]	N _{SPT-EQ} [colpi/30cm]	N _{1(60)-EQ} [colpi/30cm]
5.10÷5.40	7	7	-	-	44.5	8	8
5.40÷5.70	7	6	-	-	38.1	7	6
5.70÷6.00	8	5	-	-	30.5	6	5
6.00÷6.30	8	5	-	-	30.5	6	5
6.30÷6.60	8	4	-	-	24.4	5	4
6.60÷6.90	9	6	-	-	35.3	7	6
6.90÷7.20	9	7	-	-	41.2	8	7
7.20÷7.50	9	6	-	-	35.3	7	5
7.50÷7.80	10	9	-	-	51.0	10	8
7.80÷8.10	10	12	-	-	68.0	14	11
8.10÷8.40	10	11	-	-	62.4	13	9
8.40÷8.70	11	7	-	-	38.3	8	6
8.70÷9.00	11	9	-	-	49.2	10	7
9.00÷9.30	11	10	-	-	54.7	11	8
9.30÷9.60	12	10	-	-	52.9	11	8
9.60÷9.90	12	10	-	-	52.9	11	8
9.90÷10.20	12	14	-	-	74.0	16	12



Note:
Acqua in foro non rilevata.

COMMITTENTE: Isacco S.r.l.
CANTIERE: Gabbioneta Binanuova (CR)
LOCALITA': Gabbioneta Binanuova (CR) **CODICE PROVA:** SCPT-08 **DATA ESECUZIONE:** 18-lug-19
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Pertà **FALDA [m da p.c.]:** Assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	N _{30,P} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	2	2	1	2	0.52	2
2	1.80-3.00	3	3	3	4	0.50	3
3	3.00-4.50	9	9	6	14	3.44	9
4	4.50-7.50	6	6	4	8	1.20	6
5	7.50-10.20	10	10	7	14	1.99	10

STRATO	PROFONDITA'	R _{pp} [kg/cm ²]					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	13.15	12.54	7.58	15.92	4.02	13.10
2	1.80-3.00	23.76	23.58	21.69	28.92	3.48	23.80
3	3.00-4.50	63.59	60.39	41.48	92.71	22.29	63.60
4	4.50-7.50	37.71	36.89	24.43	50.84	8.14	37.70
5	7.50-10.20	55.94	55.03	38.30	74.04	10.69	55.90

STRATO	PROFONDITA'	N _{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	2	2	1	2	1	2
2	1.80-3.00	4	4	3	5	1	4
3	3.00-4.50	11	10	7	16	4	11
4	4.50-7.50	7	7	5	9	1	7
5	7.50-10.20	12	11	8	16	2	12

STRATO	PROFONDITA'	N _{1(60)-EQ} (colpi/30cm)					
[n]	[m da p.c.]	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.80	2	2	1	3	1	2
2	1.80-3.00	4	4	3	5	1	4
3	3.00-4.50	11	10	7	15	3	11
4	4.50-7.50	6	6	4	9	1	6
5	7.50-10.20	9	9	6	12	2	9

Simbologia:

- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:
PARAMETRI GEOTECNICI

STR.	PROFONDITA'	NATURA GRANULARE									NATURA COESIVA						
		Dr (1)	Dr (2)	φ (1)	φ (2.1)	φ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E' ₂₅ (1.1)	E' ₂₅ (1.2)	E' ₂₅ (2)	c _u (1)	c _u (2.1)	c _u (2.2)	c _u (2.3)	E _u (1)	E _u (2)
[n]	[m da p.c.]	[%]		[°]			[kg/cm ²]		[kg/cm ²]			[kg/cm ²]			[kg/cm ²]		
1	0.00-1.80	19	24	25.1	22.4	27.7	84	86	14	65	11	0.09	0.09	0.06	0.10	24	28
2	1.80-3.00	26	29	26.6	25.5	30.8	119	95	27	121	22	0.18	0.18	0.13	0.19	30	42
3	3.00-4.50	41	44	29.9	29.9	35.1	213	131	82	340	73	0.59	0.57	0.41	0.63	51	79
4	4.50-7.50	32	34	27.8	28.2	33.4	182	112	61	269	52	0.43	0.41	0.30	0.45	40	62
5	7.50-10.20	38	42	29.1	30.5	35.6	239	136	103	441	90	0.74	0.71	0.51	0.79	54	84

Formulazioni utilizzate:

-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
 -φ: (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
 -E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
 -E'₂₅: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
 -c_u: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
 -E_u: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

Provincia di Cremona
COMUNE DI GABBIONETA BINANUOVA



**REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA
TETTOIA PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI
S.P. 83, LOC. POLO NORD 11a
GABBIONETA BINANUOVA (CR)**

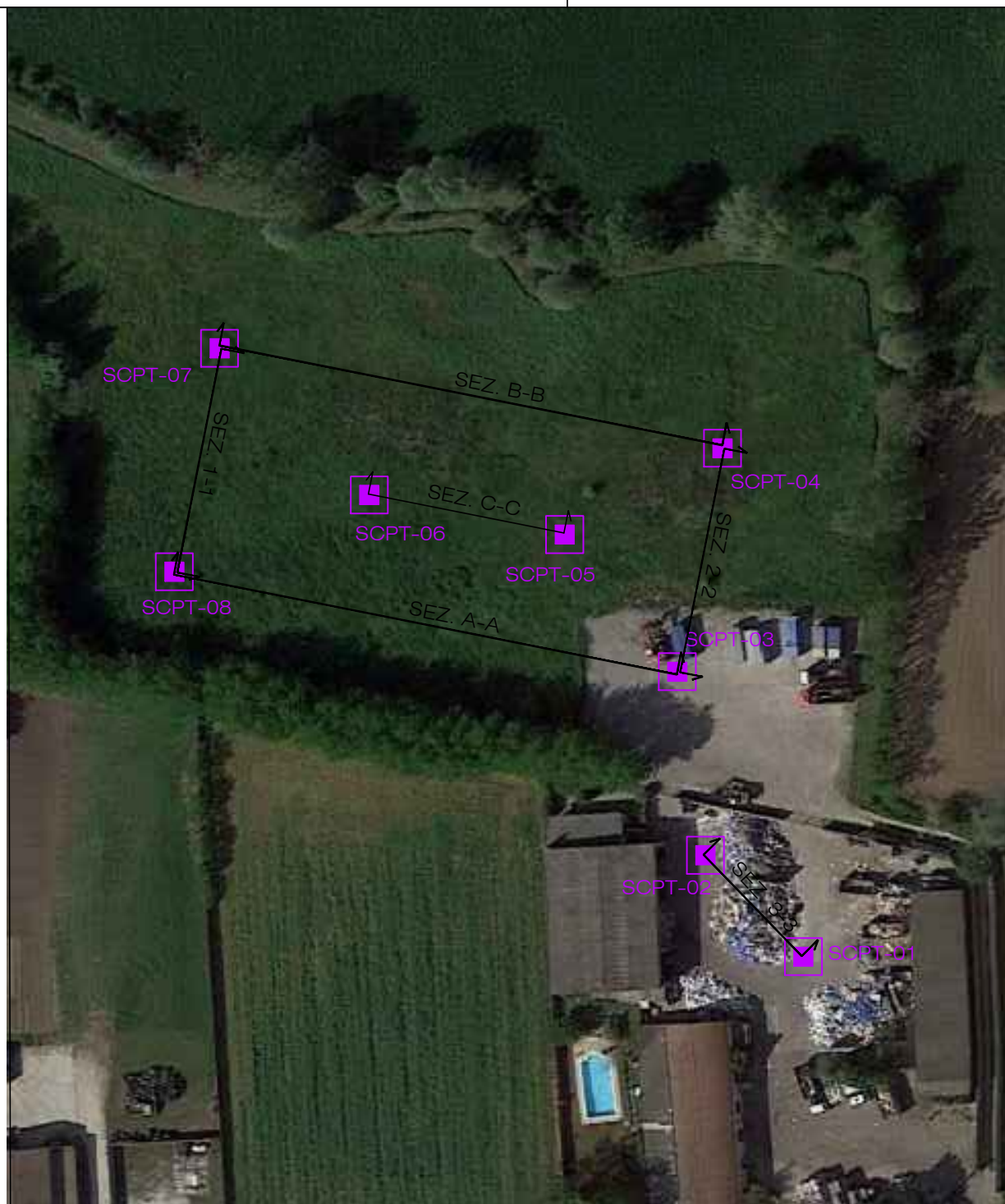
Sezioni Geotecniche

STUDIO ASSOCIATO GEO TECNICA

PLANIMETRIA DI UBICAZIONE SEZIONI

1:1000

Provincia di CREMONA
Comune di GABBIONETA BINANUOVA (CR)
REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE E NUOVA TETTOIA
PRESSO IMPIANTO GESTIONE RIFIUTI



SCPT-01



Prove penetrometriche dinamiche
di tipo super-pesante (DPSH)

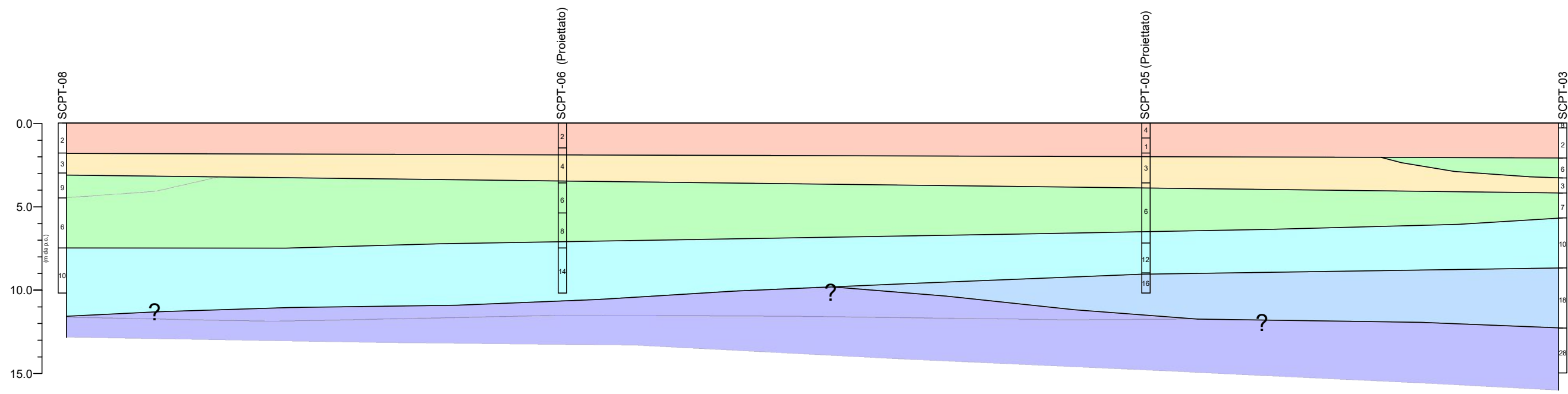
SEZ. A-A

Prospezione sismica con
metodo MASW

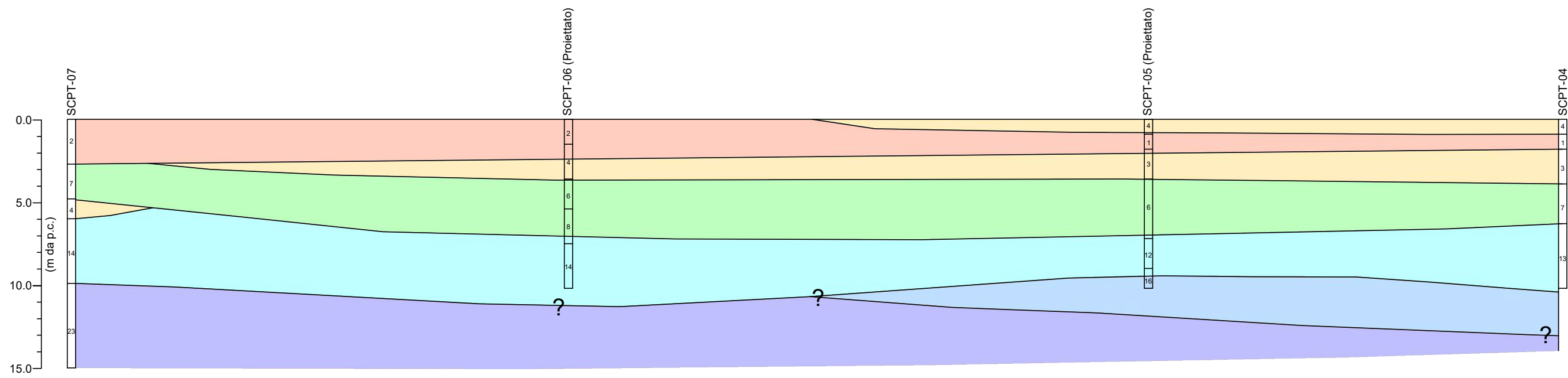
NORD



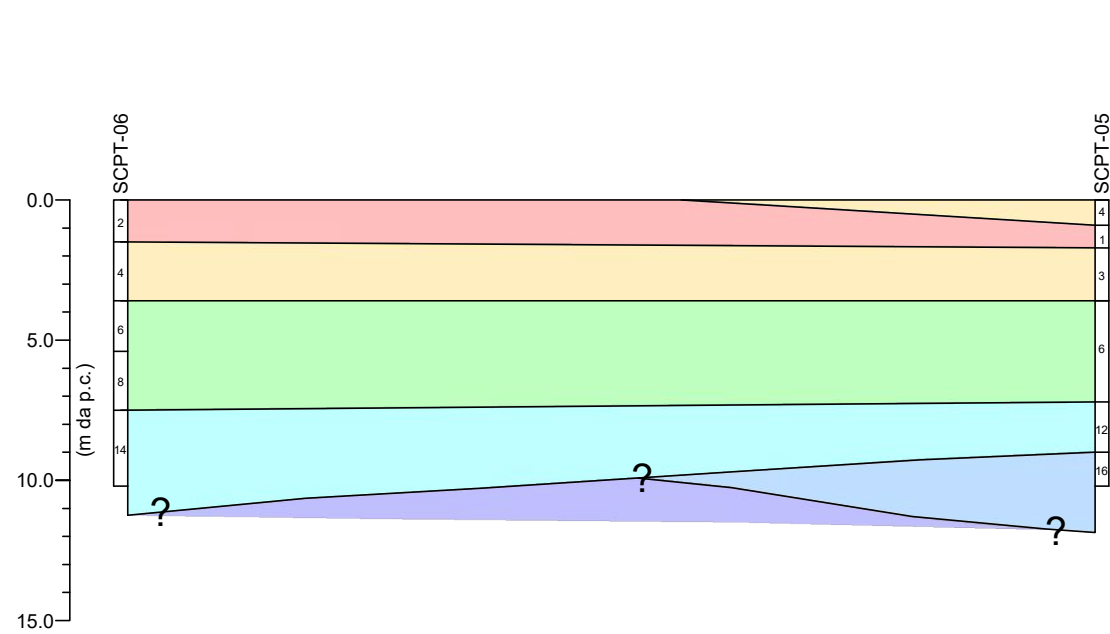
SEZIONE A-A (1:250)



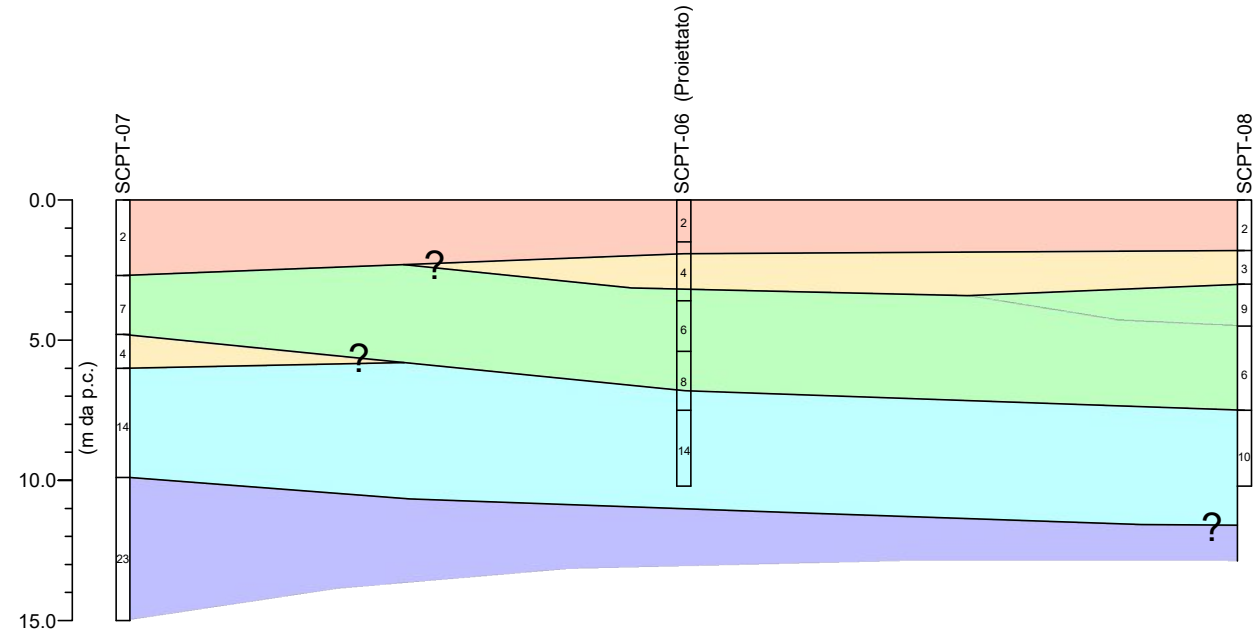
SEZIONE B-B (1:250)



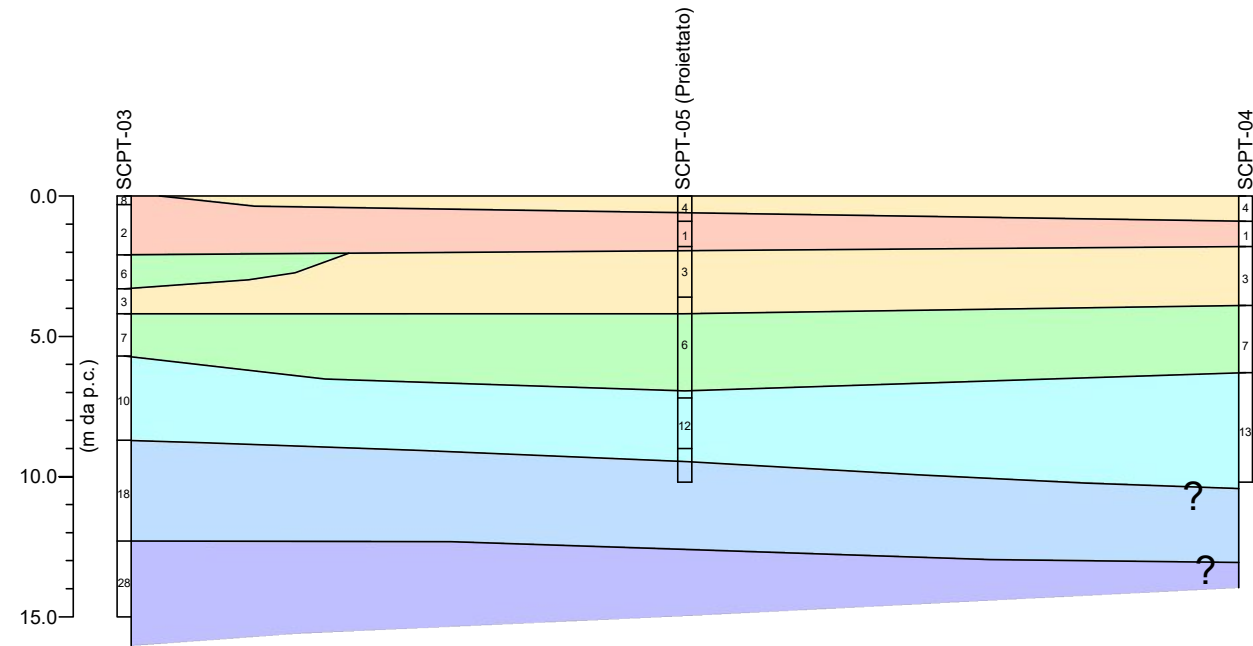
SEZIONE C-C (1:250)



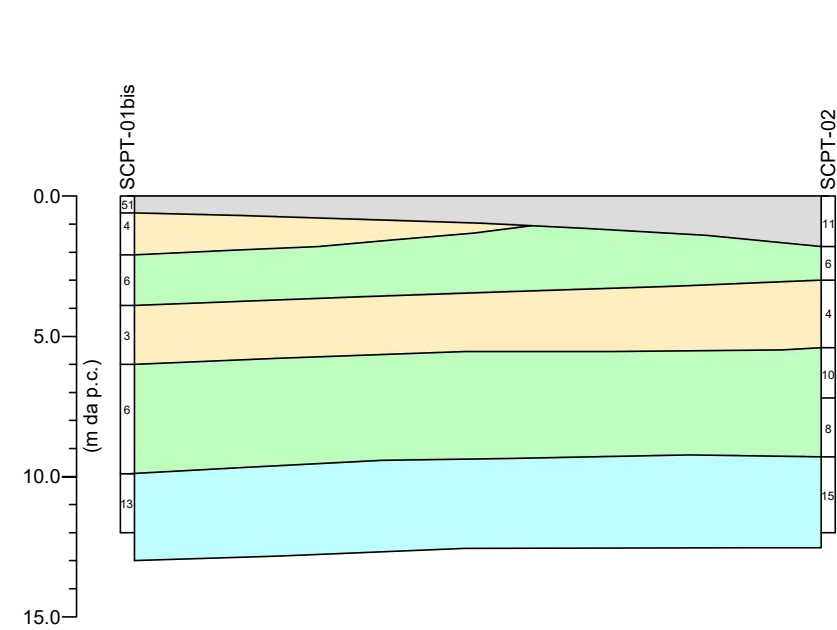
SEZIONE 1-1 (1:250)



SEZIONE 2-2 (1:250)



SEZIONE 3-3 (1:250)



Materiale di riporto Unità geotecnica A Unità geotecnica B Unità geotecnica C Unità geotecnica D Unità geotecnica E1 Unità geotecnica E2

